Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation

Patrick Kölsch

# Agile Planung von Produkt-Service Systemen durch den Einsatz von Design Thinking

**Produktionstechnische Berichte aus dem FBK**
**Band 01/2022**
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN

**Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek**
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über **http://dnb.ddb.de** abrufbar.

**Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek**
Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data is available in the Internet at **http://dnb.ddb.de.**

**Produktionstechnische Berichte aus dem FBK**

Wissenschaftliche Schriftenreihe des
Lehrstuhls für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation
der Technischen Universität Kaiserslautern

Herausgeber: Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation
Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich
Postfach 3049
Technische Universität Kaiserslautern
67653 Kaiserslautern

Verlag: Technische Universität Kaiserslautern

Druck: Technische Universität Kaiserslautern
Hauptabteilung 5
Abteilung 5.6 Foto-Repro-Druck

D-386

© Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation, 2022
Technische Universität Kaiserslautern
Erwin-Schrödinger-Straße
67663 Kaiserslautern

Alle Rechte vorbehalten, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Photographie, Mikroskopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISBN 978-3-95974-170-5
ISSN 0937-9061

# Agile Planung von Produkt-Service Systemen durch den Einsatz von Design Thinking

Vom Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
der Technischen Universität Kaiserslautern
zur Verleihung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation

von

**Master of Science**

**Patrick Robert Kölsch**

aus

Pirmasens

Tag der mündlichen Prüfung: 10. Dezember 2021

Promotionskommission:

| | |
|---|---|
| Vorsitzender: | Jun.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Thielen |
| 1. Berichterstatter: | Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich |
| 2. Berichterstatter: | Prof. Dr. Ing. Jens C. Göbel |

Kaiserslautern, 2022

D 386

# Vorwort des Verfassers

*"Intelligenz ist die Fähigkeit,*
*sich dem Wandel anzupassen"*
*/Stephen Hawking/*

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation der Technischen Universität Kaiserslautern (FBK).

An dieser Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Jan C. Aurich sowohl für das mir entgegengebrachte Vertrauen bei den vielfältigen Projekten am Lehrstuhl bedanken als auch für die Möglichkeit meine Dissertation am FBK anzufertigen. Weiterhin möchte ich mich bei Prof. Dr.-Ing. Jens C. Göbel für die Übernahme der Berichterstattung und das damit verbundene Interesse an meiner Arbeit bedanken. Herrn Jun. Prof. Dr.-Ing. Stefan Thielen danke ich für die Übernahme des Vorsitzes der Promotionskommission.

Besonderen Dank gilt meinen Kolleginnen und Kollegen sowie meinen Hiwis, die mich über die Jahre am FBK begleiteten und mit denen ich gerne in einer motivierenden, inspirierenden und angenehmen Atmosphäre zusammengearbeitet habe.

Weiterhin möchte ich mich bei allen Kolleginnen und Kollegen des Verbundforschungsprojekts InnoServPro bedanken, insbesondere bei Herrn Gerald Wessel und Herrn Marcus Pier von der GRIMME Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG.

Besonders bedanken möchte ich mich weiterhin bei Herrn Dr.-Ing. Christoph Herder für das kritische Gegenlesen meiner Arbeit und dass er mir im Verlauf stets mit gutem Rat zur Seite stand, sowie bei meinen Freunden, die mich durch die Höhen und Tiefen begleiteten.

Zum größten Dank bin ich jedoch meiner Familie und meiner Freundin Svenja verpflichtet. Durch sie konnte ich immer wieder neue Kraft schöpfen, auch wenn es die äußeren Umstände nur schwer zuließen. Danke für eure Geduld, euer Verständnis und euren Rückhalt.

Kaiserslautern, im Dezember 2021 Patrick Kölsch

# Inhaltsverzeichnis

**Kurzzusammenfassung** ..... **III**
**Abstract** ..... **IV**
**Abkürzungen** ..... **V**
**1 Einleitung und Motivation** ..... **1**
**2 Stand von Wissenschaft und Technik** ..... **2**
2.1 Beschreibung von Produkt-Service Systemen (PSS) als Betrachtungsgegenstand ... 2
2.1.1 Definition von PSS ..... 2
2.1.2 PSS aus systemtechnischer Sicht ..... 8
2.1.3 PSS aus Prozesssicht ..... 9
2.1.4 Zusammenfassung der PSS-Eigenschaften ..... 12
2.2 Planung von PSS ..... 13
2.2.1 Definition der PSS-Planung ..... 13
2.2.2 Abgrenzung der PSS-Planung zum Service Design und Service Engineering ..... 14
2.2.3 PSS-Planung und Innovation ..... 15
2.2.4 Herausforderungen bei der PSS-Planung ..... 19
2.3 Agile Methoden ..... 21
2.3.1 Grundlagen zu Agilen Methoden ..... 21
2.3.2 Projekte und Ansätze zu Agilen Methoden in Planung und Entwicklung . 23
2.4 Anforderungen an eine Methode zur agilen PSS-Planung ..... 24
2.5 Bestehende Ansätze zur PSS-Planung ..... 25
2.5.1 PSS-Planungsansatz aus dem Life Cycle Management investiver PSS nach FUCHS ..... 25
2.5.2 PSS-Planungsansatz des Sonderforschungsbereichs/Transregio 29 ..... 26
2.5.3 PSS-Planungsansatz nach CARREIRA et al. ..... 27
2.5.4 PSS-Planungsansatz nach KIM und YOON ..... 28
2.5.5 Planungsansatz für funktionale Produkte nach ALONSO-RASGADO und THOMPSON ..... 29
2.5.6 Service-orientierte PSS-Entwicklung nach KIM et al. ..... 30
2.5.7 PSS-Planung in der Methode zur PSS-Entwicklung nach MARQUES et al. 31
2.5.8 Ansatz zur Planung und Entwicklung nachhaltiger PSS nach LUITEN et al. ..... 32
2.5.9 PSS-Planungsansatz des Sonderforschungsbereichs 768 ..... 33
2.5.10 PSS-Innovation nach VAN HALEN et al. ..... 33
2.5.11 PSS-Gestaltung mittels Design Thinking und Business Analytics nach OST SCHERER et al. ..... 34
2.5.12 Agile Entwicklung von PSS nach ASMAR et al. ..... 34
2.5.13 Vorgehen zur agilen Gestaltung smarter PSS nach WIESNER et al. ..... 35
2.6 Qualitative Bewertung der PSS-Planungsansätze anhand der definierten Anforderungen ..... 35
2.7 Design Thinking ..... 41
2.7.1 Vorgehensmodelle des Design Thinkings ..... 44
2.7.2 Design Thinking und PSS-Planung ..... 54
**3 Zielsetzung und Aufgabenstellung** ..... **55**
3.1 Erkenntnisse aus dem Stand von Wissenschaft und Technik ..... 55
3.2 Ziel und Aufgaben ..... 56
3.3 Aufbau der Arbeit ..... 58
**4 Methode zur agilen Planung von PSS durch Einsatz von Design Thinking** ..... **60**
4.1 Methodik zum Aufbau der agilen PSS-Planung ..... 61
4.2 Metamodell der agilen PSS-Planung ..... 62
4.3 Rollen der agilen PSS-Planung ..... 64

4.4 Aktivitäten der agilen PSS-Planung....66
4.5 Techniken in den Aktivitäten der agilen PSS-Planung (marktgetrieben)....71
4.5.1 Aktivität *Verstehen*....72
4.5.2 Aktivität *Beobachten*....75
4.5.3 Aktivität *Sichtweise definieren*....78
4.5.4 Aktivität *PSS-Ideenfindung*....81
4.5.5 Aktivität *PSS-Detailplanung*....86
*4.5.6* Aktivität *Prototypen entwickeln*....90
4.5.7 Aktivität *Testen*....92
*4.5.8 Retrospektive*....93
4.6 Techniken in den Aktivitäten der agilen PSS-Planung (technologiegetrieben)....93
4.6.1 Aktivität *PSS-Ideenfindung*....94
*4.6.2* Aktivität *PSS-Ideendokumentation*....96
4.6.3 Aktivität *Lead-User-Einbindung*....97
4.7 Organisatorische Implementierung der Methode zur agilen PSS-Planung....97
4.7.1 Integration in die Organisation....97
4.7.2 Bereitstellung notwendiger Ressourcen....99
**5 Validierung der Methode zur agilen PSS-Planung....102**
5.1 PSS-Ideendokumentation....103
5.2 Lead-User-Einbindung....105
5.3 PSS-Detailplanung....106
5.4 Prototypen entwickeln und Testen....108
5.5 Erkenntnisse aus der Validierung....109
**6 Zusammenfassung und Ausblick....111**
**7 Quellenverzeichnis....113**

# Kurzzusammenfassung

Die Anbieter von Produkt-Service Systemen (PSS) im Investitionsgüterbereich unterliegen zunehmend dem Einfluss einer VUKA-Welt. Neue Technologien und Geschäftsmodelle, sich schnell ändernde Kundenbedürfnisse und der Einbezug vieler interner und externer Akteure resultieren in Komplexität, Unsicherheiten und kurzfristigen Änderungen, auf welche die PSS-Anbieter reagieren müssen, um frühzeitig entsprechende Lösungen anbieten zu können. Die PSS-Planung befasst sich mit der Identifikation und Spezifikation neuer PSS-Ideen. Die meisten Vorgehen zur PSS-Planung fokussieren auf die Planung von Sachprodukten, Serviceprodukten, unterstützender Infrastruktur und Netzwerke von Akteuren und binden den Kunden in die Planung ein. Durch die genannten Einflüsse der VUKA-Welt auf die Planung von PSS, muss diese an sich schnell ändernde Gegebenheiten angepasst werden. Agile Methoden der Softwareentwicklung bieten hierfür Potenziale. Insbesondere die Agile Methode Design Thinking, die den Kunden innerhalb eines kurzzyklischen Vorgehens in den Mittelpunkt der Entwicklungstätigkeiten stellt und auf die Entwicklung von Prototypen zur schnellen Realisierung von Lösungen setzt, bietet sich für den Einsatz in der PSS-Planung an. Die Arbeit befasst sich mit der Frage, wie Design Thinking in die PSS-Planung integriert werden kann, um zukünftig auf Änderungen adäquat reagieren zu können und gleichzeitig die Vorteile bestehender Ansätze, wie z. B. Kundenorientierung, nicht zu vernachlässigen. Dabei wird mit Hilfe eines Modellierungsansatzes eine Methode entwickelt, welche mit Rollen, Aktivitäten, Techniken und Ergebnissen den Einsatz von Design Thinking für die agile Planung von PSS ermöglicht, den Kunden an unterschiedlichen Stellen mit einbindet und Rücksprünge bei Änderungen erlaubt. Hervorzuheben ist, dass die Methode sowohl technologiegetrieben als auch marktgetrieben initiiert werden kann. Validiert wurde die Methode innerhalb eines Verbundprojekts bei der GRIMME Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG.

# Abstract

Product-Service System (PSS) providers in the capital goods industry are increasingly subject to the influence of a VUCA world. New technologies and business models, rapidly changing customer needs, and the involvement of many internal and external stakeholders result in complexity, uncertainties, and changes at short notice which the PSS providers must react in order to be able to offer appropriate solutions at an early stage. PSS planning deals with the identification and specification of new PSS ideas. Most approaches to PSS planning focus on the planning of products, services, supporting infrastructure and networks of actors and involve the customer in the planning. Due to the aforementioned influences of the VUCA world on the planning of PSS must be adapted to rapidly changing circumstances. Agile methods of software development offer potentials for this. In particular, the agile method of Design Thinking, which places the customer at the center of development activities within a short-cycle approach and relies on the development of prototypes for the rapid realization of solutions, lends itself to use in PSS planning. The thesis deals with the question how Design Thinking can be integrated into PSS planning in order to be able to react adequately to changes in the future and at the same time not neglect the advantages of existing approaches, such as customer orientation. With the help of a modelling approach, a method is developed which enables the use of Design Thinking for the agile planning of PSS with roles, activities, techniques and results and which integrates customers and allows returns in previous phases due to changes. It should be emphasized, that the method can be initiated both by technology-push or market-pull. The method was validated in course of a collaborative research project with GRIMME Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG.

# Abkürzungen

| | |
|---|---|
| AR | Augmented Reality |
| BMC | Business Model Canvas |
| CPE | Cyber-physisches Element |
| CPS | Cyber-physisches System |
| DFG | Deutsche Forschungsgemeinschaft |
| D-School | School of Design Thinking |
| DT | Design Thinking |
| eWN | Erweitertes Wertschöpfungsnetzwerk |
| F&E | Forschung und Entwicklung |
| HLB | Hybrides Leistungsbündel |
| HPI | Hasso-Plattner Institut für Digital Engineering |
| IKT | Informations- und Kommunikationstechnologie |
| IoT | Internet of Things |
| IPS² | Industrial Product-Service System |
| K | Kundenrückmeldung |
| PSS | Produkt-Service System |
| QFD | Quality Function Deployment |
| TRIZ | Theorie des erfinderischen Problemlösens |
| UML | Unified Modeling Language |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure |
| VR | Virtual Reality |
| VUKA | **V**olatilität, **U**nsicherheit, **K**omplexität, **A**mbiguität |

# 1 Einleitung und Motivation

Längst haben produzierende Unternehmen ihr Portfolio vom Angebot alleiniger Sachprodukte hin zu integrierten Produkt-Service Systemen (PSS) erweitert, um mehr auf Kundenbedürfnisse eingehen und sich dadurch auf dem Markt gegenüber konkurrierenden Unternehmen abgrenzen zu können [Laur13]. Die heutzutage schnelllebigen Märkte zwingen die PSS-Anbieter sich an kürzeren Produkt- und Technologielebenszyklen, neuen Technologien und Geschäftsmodellen im Zuge der Digitalisierung und sich kurzfristig ändernden Kundenbedürfnissen auszurichten [Olbe19]. Diese sogenannte VUKA-Welt wird durch **V**olatilität, **U**nsicherheit, **K**omplexität und **A**mbiguität charakterisiert [Benn14] und hat durch resultierende kurzfristige Änderungen einen starken Einfluss auf kundenorientierte PSS [Wies19]. Unternehmen müssen auf diese Änderungen reagieren und in kurzer Zeit auf den Kunden zugeschnittene Lösungen entwickeln.

In der frühen Phase der Entwicklung, der sogenannten PSS-Planung, können Änderungen meist ohne größeren Aufwand und Kosten umgesetzt werden. Die meisten Vorgehen zur PSS-Planung fokussieren auf die integrierte Planung von Sachprodukten, Serviceprodukten, unterstützender Infrastruktur und Netzwerke von Akteuren und binden den Kunden in die Planung ein. Durch die genannten Einflüsse der VUKA-Welt auf die Planung von PSS, muss die PSS-Planung an sich schnell ändernde Gegebenheiten angepasst werden, denn traditionelle Vorgehen geraten hierbei zunehmend an ihre Grenzen [Tomi19]. Zudem muss sich eine PSS-Planung aus unterschiedlichen Sichtweisen initiieren lassen. Kundenbedürfnisse alleinstehend als Ausgangspunkt für innovative PSS zu betrachten, birgt die Gefahr, Entwicklungen hinsichtlich neuer Technologien zu verpassen und somit Potenzial für disruptive Lösungen zu verschenken [Wall16]. Demnach müssen Unternehmen sowohl auf Änderungen der Kundenbedürfnisse als auch auf technologische Veränderungen reagieren, um weiterhin Wettbewerbsvorteile am Markt durch PSS generieren zu können [Schu11].

Agile Methoden bieten durch kurzzyklische, iterative Entwicklungsvorgehen und intensive Kundeneinbindung Potenziale sich dieser VUKA-Welt entgegenzustellen [Benn14]. Diese sind bereits in der Softwareentwicklung etabliert, doch auch im Bereich der Produktentwicklung, der Serviceentwicklung und mittlerweile auch vereinzelt im Bereich der Planung und Entwicklung von PSS finden Agile Methoden Anwendung. Insbesondere die Agile Methode Design Thinking, die den Kunden in den Mittelpunkt kurzzyklischer Entwicklungstätigkeiten stellt und auf die schnelle Realisierung von Prototypen setzt, bietet Potenziale für eine Integration in zukünftige PSS-Planungsvorgehen.

In dieser Arbeit wird sich der Frage gewidmet, ob und wie durch die Integration der Agilen Methode Design Thinking in die PSS-Planung eine Fähigkeit zur agilen Reaktion auf Änderungen realisiert werden kann, ohne dabei die Vorteile anderer Ansätze, wie z. B. Kundenorientierung, zu vernachlässigen. Dadurch wird es PSS-Anbietern zukünftig möglich sein, frühzeitig und flexibel auf Änderungen zu reagieren und weiterhin qualitativ hochwertige kundenorientierte PSS anzubieten.

# 2 Stand von Wissenschaft und Technik

Der Stand von Wissenschaft und Technik bietet einen breiten Überblick über die Forschungsthemen PSS, Agile Methoden und Design Thinking. Zu Beginn erfolgt die Definition von PSS und deren Planung. Um die Herausforderungen bei der PSS-Planung stemmen zu können, werden anschließend Agile Methoden näher erläutert und Anforderungen an eine agile PSS-Planung abgeleitet. Im Anschluss werden bestehende Ansätze zur PSS-Planung diskutiert und anhand der Anforderungen bewertet. Abschließend wird die Agile Methode Design Thinking detailliert erläutert und die Passfähigkeit einer Integration in die PSS-Planung untersucht. Die nachfolgende Abbildung 2-1 zeigt den Aufbau des Kapitels 2.

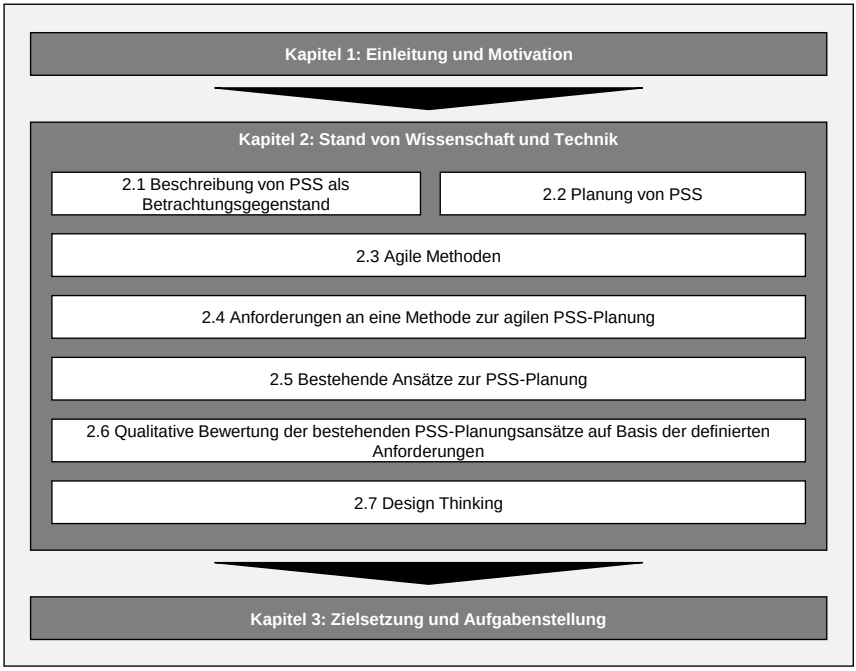



Abbildung 2-1: Aufbau des Kapitels Stand von Wissenschaft und Technik

## 2.1 Beschreibung von Produkt-Service Systemen (PSS) als Betrachtungsgegenstand

In diesem Kapitel werden Produkt-Service Systeme (PSS) definiert und charakterisiert. Dabei werden PSS aus Systemsicht und Prozesssicht näher betrachtet und die unterschiedlichen Systemelemente sowie die Eigenschaften von PSS beschrieben.

### 2.1.1 Definition von PSS

Bereits in den 40er Jahren wurde mit PSS-ähnlichen Konzepten im Bereich car sharing experimentiert, den Durchbruch und die Bezeichnung als PSS erlangten diese Konzepte allerdings erst in den späten 1980ern [Goed99]. Für Produkt-Service Systeme existieren in der Literatur unterschiedliche Definitionen:

- GOEDKOOP et al. definieren PSS als vermarktungsfähige Zusammenstellungen von Produkten und Services, die im Zusammenspiel fähig sind, Kundenbedürfnisse zu befriedigen. Dabei können sowohl Einzelunternehmen als auch ein Zusammenschluss von Unternehmen PSS anbieten. Der Anteil an Produkt und Service im System kann unterschiedlich sein. Das Produkt und der Service können in gleicher Weise wichtig für die Erfüllung der Funktion sein [Goed99].
- TUKKER und TISCHNER definieren PSS als Mix aus materiellen Produkten und immateriellen Services, die derart gestaltet und zusammengesetzt wurden, dass diese im Zusammenspiel fähig sind, Endkundenbedürfnisse zu befriedigen [Tukk06].
- MONT definiert PSS als Systeme aus Sachprodukten, Serviceprodukten, Netzwerke von Akteuren und unterstützender Infrastruktur, welche zur Befriedigung von Kundenbedürfnissen dienen [Mont02].

Für die nachfolgenden Ausführungen wird die PSS-Definition nach MONT zu Grunde gelegt. Begründung dafür ist zum einen die Definition des Kunden in der Wertschöpfungskette, die bei TUKKER und TISCHNER auf den Endkunden festgelegt wird. Im weiteren Verlauf wird ähnlich zu MEIER et al. die Business-to-Business-Geschäftsbeziehung zwischen PSS-Anbieter und Kunden vorausgesetzt [Meie10]. Zum anderen wird bei MONT im Gegensatz zu GOEDKOOP et al. der Begriff der Infrastruktur in die Definition integriert. Die Rolle der Infrastruktur in PSS wird zunehmend wichtiger. Eine explizite Berücksichtigung dieser wird auch im weiteren Verlauf vorgenommen und in Kapitel 2.1.1.5 näher beleuchtet.

Eine Auflistung weiterer Definition des PSS-Begriffs findet sich z. B. in [Müll13]. Synonyme Begriffe zu PSS sind industrielle Produkt-Service Systeme [Meie10], hybride Leistungsbündel (HLB) [Meie12], funktionale Produkte [Alon06] oder auch hybride Produkte [Böhm07].

Nachfolgend werden der Systembegriff sowie die Elemente eines PSS (Sachprodukt, Serviceprodukt, Netzwerke von Akteuren und unterstützende Infrastruktur) genauer untersucht.

#### *2.1.1.1 System und sozio-technisches System*

Für das Verständnis des PSS-Ansatzes wird an dieser Stelle der Begriff des Systems und des sozio-technischen Systems näher erläutert. Nach ROPOHL wird der Systembegriff als das Modell einer Ganzheit mit folgenden Eigenschaften definiert [Ropo09]:

- Relationen zwischen Attributen wie Inputs, Outputs, Zustände, etc.
- untereinander verknüpften Subsystemen
- einer Grenze, die das System zum Umfeld abgrenzt, dem Supersystem.

Durch diese Definition hat ROPOHL drei Betrachtungsweisen auf das System vereinigt. Die *funktionale Sicht* stellt das System als Black-Box dar. Es werden nur die Zusammenhänge der äußeren Eigenschaften abgebildet und somit die Frage nach der Verhaltensweise des Systems gestellt. Die *strukturale Sicht* beinhaltet zum einen die Beziehungen zwischen den Systemelementen, aus denen je nach Ausgestaltung unterschiedliche Systemeigenschaften resultieren. Zum anderen wird die Qualität der Integration der Elemente in ein System adressiert. Die *hierarchische Sicht* adressiert die Über- und Unterordnungsbeziehungen, die bei einer Systembetrachtung vorliegen können. Ist das System Teil eines umfassenderen Systems, wird es als Subsystem des umfassenderen Systems bezeichnet, das umfassendere System als Supersystem

[Ropo09]. Die nachfolgende Abbildung 2-2 zeigt den Aufbau eines Systems unter Berücksichtigung der drei Sichtweisen.

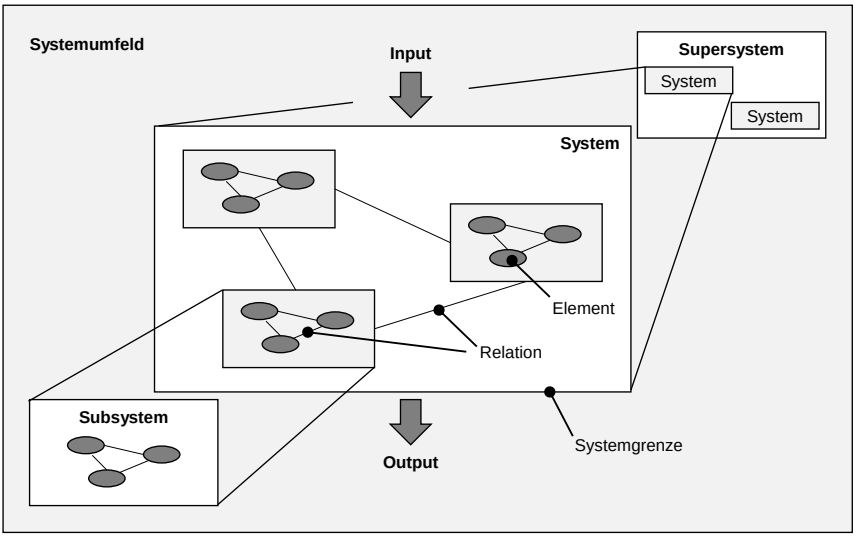



Abbildung 2-2: Aufbau eines Systems [Habe02]

Ein sozio-technisches System beinhaltet nach LAURISCHKAT ein oder mehrere technische Systeme [Laur12]. Ein technisches System ist ein künstlich erzeugtes geometrisch-stoffliches Gebilde mit dem Ziel der Zweckerfüllung. Dies ist die Erfüllung von Funktionen bzw. die Bewirkung von Operationen physikalischer, chemischer oder biologischer Natur [Ehrl13]. Zudem besitzt ein sozio-technisches System definierte betriebliche Prozesse und betrachtet den Bediener des technischen Systems als impliziten Teil. Das sozio-technische System wird zum einen durch innerbetriebliche Grundregelungen und zum anderen durch äußere Rahmenbedingungen beeinflusst [Laur12].

Der Systembegriff wurde somit für das PSS definiert. Im Anschluss werden die Elemente des PSS analysiert.

#### *2.1.1.2 Sachprodukt*

Sachprodukte repräsentieren alle gebrauchs- und verkaufsfertigen Erzeugnisse als Ergebnis von industriellen Produktionsprozessen [Spur97]. Sachprodukte sind eine Teilmenge technischer Systeme [Ehrl13]. Weitere, in der Literatur oftmals synonym verwendete, Begriffe sind Sachleistung oder materielles Produkt [Sche01]. Der Untersuchungsgegenstand im Folgenden sind industrielle Sachprodukte (siehe Abbildung 2-3).

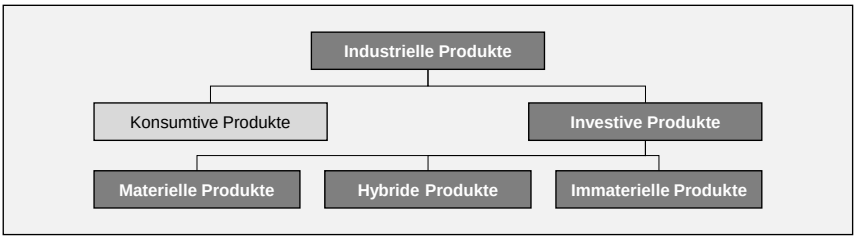



Abbildung 2-3: Systematik industrieller Produkte (in Anlehnung an [Gaus18], [Fuch07])

Diese können gemäß ihrer Verwendung in *Konsumtive Produkte* und *Investive Produkte* unterteilt werden. *Konsumtive Produkte* werden von privaten Verwendern nachgefragt, während i*nvestive Produkte* in Industrieunternehmen nachgefragt bzw. eingesetzt werden [Wöhe16]. Nach JUNGE sind investive Produkte bzw. Investitionsgüter jene Güter, die zur Produktion weiterer Güter eingesetzt werden. Die Geschäftsbeziehung zwischen Anbieter investiver Produkte und Kunde wird dabei als Business-to-Business definiert, d. h. die Investitionsgüter werden von Unternehmen beschafft, um weitere Produkte zu produzieren. Die konsumtiven Produkte oder auch Konsumgüter dienen der Bedarfsdeckung der Haushalte über eine Business-to-Customer-Beziehung zwischen Anbieter und Endkunde [Jung10]. Wird dem Pfad der i*nvestiven Produkte* gefolgt, können diese hinsichtlich ihres Materialitätsgrades in rein materielle Produkte, rein immaterielle Produkte und Mischformen (PSS) mit Anteilen von materiellen und immateriellen Produkten unterteilt werden. Investive Sachprodukte weisen weiterhin eine starke Vernetzung der zu Grunde liegenden Funktionen auf [Puhl99].

Die Sachprodukte investiver PSS sind also materielle Gebrauchsprodukte (Investitionsgüter), welche durch einen hohen Anschaffungswert, eine lange Lebensdauer und eine hohe technische Komplexität und Vernetzung charakterisiert werden.

#### *2.1.1.3 Serviceprodukt*

Der Begriff *Dienstleistung* wurde in der Literatur mit Hilfe unterschiedlicher Ansätze definiert (siehe dazu ausführlich [Meff06]). Im Folgenden wird die Definition auf Basis konstitutiver Merkmale herangezogen. Dabei können die konstitutiven Merkmale einer Dienstleistung den Dienstleistungsdimensionen *Potenzial*, *Prozess* und *Ergebnis* zugeordnet werden [Hilk91]. Nach MEFFERT und BRUHN können Dienstleistungsergebnisse erst durch die Fähigkeit und der Bereitschaft des Dienstleistungsanbieters zur Erbringung sowie durch die Integration eines externen Faktors durch den Dienstleistungsnachfrager als Initiator und Begleiter des Erbringungsprozesses resultieren [Meff06]. Konstitutive Merkmale sind beispielsweise Immaterialität auf Potenzial- und Ergebnisdimension und Simultanität von Produktion und Konsum auf Prozessdimension, wobei nicht jedes Merkmal vorliegen muss [Walt14]. Die Nichtlagerbarkeit und die Integration des externen Faktors (Kunde) sind weitere konstitutive Merkmale, die in der Literatur häufig aufgegriffen werden [Burr19].

In einzelnen Quellen wird eine zusätzlich Dienstleistungsdimension, die Marktdimension, definiert. Grund dafür ist, dass die Marktfähigkeit, also die Befriedigung des Kunden durch die Dienstleistung, gegeben sein muss. Oft entsprechen die Entwicklungsergebnisse der Unternehmen nicht den tatsächlichen Kundenanforderungen. Dementsprechend sind Aktivitäten und Prozesse innerhalb der Dienstleistungsproduktion am Kunden auszurichten [Bull06].

*Serviceprodukte* sind eine Untergruppe der Dienstleistungen. Dienstleistungen können auf übergeordneter Ebene, ähnlich der Sachproduktklassifizierung, in *Konsumtive Dienstleistungen* und *Investive Dienstleistungen* unterteilt werden (siehe Abbildung 2-4) [Homb96].

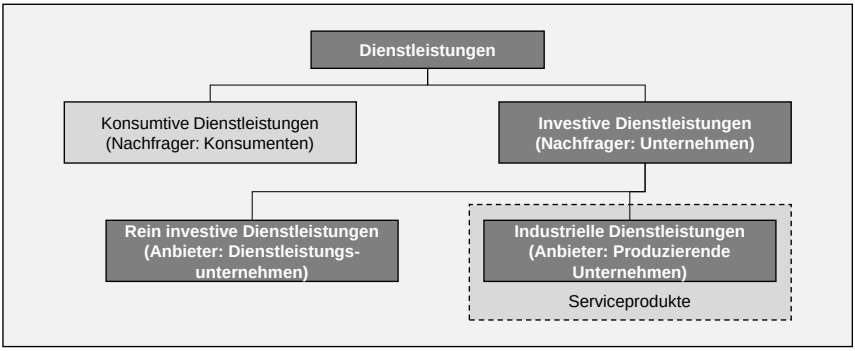



Abbildung 2-4: Systematik von Dienstleistungen (in Anlehnung an [Homb96])

*Konsumtive Dienstleistungen* werden von Konsumenten nachgefragt, *investive Dienstleistungen* von Unternehmen oder Organisationen. Die *investiven Dienstleistungen* lassen sich weiter auf der Anbieterebene unterteilen in *rein investive Dienstleistungen* und *industrielle Dienstleistungen*. *Rein investive Dienstleistungen* werden beispielsweise von Banken oder Unternehmensberatungen angeboten, wohingegen *industrielle Dienstleistungen* von produzierenden Unternehmen angeboten und erbracht werden [Homb96]. Im Folgenden werden nur *industrielle Dienstleistungen* adressiert und diese, auf Grund der Ähnlichkeit zu Sachprodukten hinsichtlich Entwicklung, Produktion und Vertrieb, als *Serviceprodukte* bezeichnet [Walt14].

Nach AURICH et al. können Serviceprodukte in sechs Kategorien eingeteilt werden [Auri10]:

- **Technische Serviceprodukte:** Diese Serviceprodukte sind durch eine direkte Einwirkung auf ein Sachprodukt gekennzeichnet (z. B. Reparatur oder Wartung).
- **Qualifizierende Serviceprodukte:** Diese Serviceprodukte ermöglichen eine Erweiterung der Methoden- und Fachkompetenz der kundenseitig mit dem Sachprodukt in Verbindung stehenden Personen (z. B. Schulung).
- **Prozessbezogene Serviceprodukte:** Diese Serviceprodukte ermöglichen eine Steigerung der Effizienz der kundenseitigen, sachproduktbezogenen Prozesse durch die Identifikation von Optimierungspotenzialen und neuen Anwendungsmöglichkeiten (z. B. Anwendungsberatung)
- **Logistische Serviceprodukte:** Diese Serviceprodukte ermöglichen eine zeitnahe Bereitstellung von Sachproduktbestandteilen (z. B. Ersatzteilversorgung und Teilerücknahme)
- **Informatorische Serviceprodukte:** Diese Serviceprodukte ermöglichen die Bereitstellung von Informationen hinsichtlich Lieferzeiten, Sachproduktzuständen, etc.
- **Finanzielle Serviceprodukte:** Diese Serviceprodukte zielen darauf ab, den Kunden durch beispielsweise Finanzierungs- oder Leasingmodelle finanziell zu unterstützen.

Serviceprodukte sind somit industrielle Dienstleistungen, die von Unternehmen nachgefragt werden. Diese können unterschiedliche Ziele adressieren und lassen sich dahingehend in unterschiedliche Kategorien einteilen.

#### *2.1.1.4 Netzwerk von Akteuren*

Nach MONT müssen Unternehmen, die ihr Angebot von einzelnen Sachprodukten auf PSS transformieren, zwangsläufig mit weiteren Unternehmen kooperieren. Aufgrund der kundenorientierten Planung und Entwicklung von PSS muss z. B. die Marketingabteilung eines PSS-Anbieters stärker mit den Kunden interagieren. Für die Entwicklung von PSS steigt ebenfalls der Bedarf an Forschungsnetzwerken, die Marktveränderungen und Kundenbedürfnisse untersuchen oder auch an Netzwerken zum Informationsaustausch, die z. B. Best Practices hinsichtlich der Handhabung von Neben- oder Abfallprodukten austauschen [Mont02]. Zudem ermöglichen teilweise sogar erst kooperierende Unternehmen die Entwicklung innovativer Sach- oder Serviceprodukte [Mont04a]. BAINES und LIGHTFOOT argumentieren sogar, dass PSS nie durch Unternehmen allein entwickelt bzw. realisiert werden können. Das PSS entsteht in einem sogenannten *Ecosystem* und wird dementsprechend durch die Integration mehrerer Partner realisiert. Dabei reicht die Vielfalt der Partner sogar bis zu Finanzierungsunternehmen, auf die der PSS-Anbieter beispielsweise bei Leasingmodellen zurückgreifen kann [Bain13]. Auch MEIER et al. argumentieren, dass ein PSS nur in einer Netzwerkorganisation Nutzen stiften kann und die verschiedenen Partner des Netzwerks fehlende Kapazitäten und Ressourcen kompensieren können [Meie10]. Das Netzwerk von Akteuren aus der PSS-Definition nach MONT wird von AURICH et al. als erweitertes Wertschöpfungsnetzwerk (eWN) bezeichnet und besteht aus dem PSS-Anbieter, seinen Zulieferern, seinen externen Servicedienstleistern und den Vertriebsniederlassungen [Auri06]. Zudem können auch Entwicklungs- und Produktionsdienstleister dem Netzwerk angehören. Der PSS-Anbieter steht im Zentrum des eWN und hat demnach den größten Anteil an der Planung und Entwicklung eines PSS. Je nach Zusammensetzung des eWN variiert das Aufgabenspektrum des PSS-Anbieters. Dieser ist im eWN für die strategische Netzwerkgestaltung, d. h. für die Aufnahme oder das Ausschließen von Netzwerkpartnern verantwortlich. Zudem versorgt er die Partner des eWN mit den notwendigen zum Netzwerkbetrieb beitragenden Informationen [Auri05].

Die Unternehmen als Partner im eWN sind also essenziell wichtig bei der Planung und Entwicklung sowie bei der Realisierung von PSS. Je nach Anwendungsfall sind Partner aus unterschiedlichen Fachrichtungen bzw. Domänen notwendig.

#### *2.1.1.5 Unterstützende Infrastruktur*

Die Infrastruktur unterstützt bzw. ermöglicht auch teilweise erst das Zusammenwirken der PSS-Elemente. Das Sachprodukt und die unterstützende Infrastruktur stehen in einem Abhängigkeitsverhältnis zueinander. Ohne die Infrastruktur kann das Sachprodukt nicht oder nur teilweise genutzt werden und ohne das Produkt ist die Infrastruktur nicht sinnvoll. MONT erklärt die unterstützende Infrastruktur anhand eines Beispiels. Nur durch die Etablierung der Infrastruktur, wie beispielsweise Straßen, Tankstellen oder Werkstätten, ist es möglich, ein Auto zu fahren. Das Sachprodukt bestimmt zudem Art und Umfang der Infrastruktur [Mont04b]. LAURISCHKAT orientiert sich zwar an der Definition der Infrastruktur nach MONT, unterstreicht allerdings, dass die unterstützende Infrastruktur kein Teil des PSS darstellt.

Nach MÜLLER et al. enthält der definierte PSS-Kontext die technische Peripherie, die zur Realisierung eines PSS notwendig ist und dessen Leistungsfähigkeit sicherstellt [Star12]. Diese Peripherie beinhaltet Werkzeuge, Anlagen, Infrastruktur sowie Unterstützungs- und Ausführungssysteme [Müll10a].

Im weiteren Verlauf werden unter dem Begriff der unterstützenden Infrastruktur alle Systemelemente verstanden, die das Zusammenwirken zwischen den restlichen PSS-Elementen ermöglichen. Somit stellt die unterstützende Infrastruktur einen essentiellen Teil des PSS dar, um dessen Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Dies kann anhand des nachfolgenden Beispiels verdeutlicht werden:

Zur Anzeige eines Komponentenzustands einer Maschine an einem mobilen Endgerät müssen beispielsweise Sensoren, Steuerungsgeräte, Router, Cloudplattform, Auswertungssoftware und Schnittstellen zwischen den Systemelementen entwickelt und aufeinander abgestimmt werden. In diesem Fall repräsentieren diese Systemelemente die PSS-Infrastruktur. Ohne diese Infrastrukturelemente könnte die Anzeige des Komponentenzustandes als eigentlicher Service nicht realisiert werden.

#### *2.1.1.6 Datenbasierte PSS*

Durch die zunehmende Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien in PSS wird die unterstützende Infrastruktur teilweise zur ermöglichenden Infrastruktur [Ardo15]. Die Transformation von einem Produzenten zu einem produzierenden Dienstleister unterliegt einem starken Einfluss von Industrie 4.0 [Ardo16]. Dabei ist unter dem Begriff *Industrie 4.0* die Integration von cyber-physischen Systemen (CPS) in die Unternehmensbereiche Produktion und Logistik und die damit verbundene Nutzung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen zu verstehen [Kage13]. Als CPS werden dabei Systeme aus cyber-physischen Elementen (CPE) verstanden [Cade15]. Ein CPE besteht nach BROY aus Sensoren, Aktoren, geeigneter Software und elektronischer Hardware, einer Mensch-Maschine-Schnittstelle und einer Kommunikationsverbindung zu anderen Elementen oder Systemen [Broy10]. Durch die Integration von CPS in PSS entstehen innovative und datenbasierte Lösungen für den Kunden. Datenbasierte PSS bestehen aus smarten Sach- und Serviceprodukten. Als smartes Produkt werden CPS bezeichnet, die mit anderen Produkten z. B. über das Internet kommunizieren können [Abra18]. Diese smarten Produkte sind mit Sensorik ausgestattet und werden über Software gesteuert. Durch die sensorische Ausstattung und die Kommunikationsfähigkeit werden große Mengen an Daten generiert. Werden die Daten spezifisch analysiert und interpretiert, ist es möglich, spezielle datenbasierte Serviceprodukte, sogenannte smarte Serviceprodukte, für den Kunden anzubieten [acat14]. AURICH et al. nennen diese PSS-Ausprägungsform PSS 4.0 [Auri16], bei VALENCIA et al. beispielsweise stehen diese PSS unter dem Begriff smart PSS [Vale15], bei ABRAMOVICI werden diese als smart Products bezeichnet [Abra18]. Die Entwicklung und Realisierung solcher PSS macht eine geeignete Infrastruktur unabdingbar. Beispielsweise sind für Lösungen zur vorausschauenden Wartung Technologien, wie Internettechnologie, Cloudtechnologie und Sensortechnologien, zwingend notwendig.

### 2.1.2 PSS aus systemtechnischer Sicht

PSS sind sozio-technische Systeme, deren Elemente als Gesamtsystem zu gestalten sind [Auri06]. Nach FUCHS setzt sich ein PSS aus dem Subsystem *Sachprodukt-Nutzer* und dem Subsystem *Service* zusammen. Ersteres kann dabei weiterhin in die Subsysteme *Sachprodukt*

und *Nutzer* unterteilt werden und repräsentiert das Bezugsobjekt der Nutzengenerierung. Das Subsystem *Sachprodukt-Nutzer* bezieht sich auf den Kundenbetrieb, wohingegen sich das Subsystem *Service* auf die zur Serviceerbringung notwendigen Ressourcen wie Niederlassungen, Werkzeuge, Techniker etc. des PSS-Anbieters beziehen [Walt14, Fuch07]. Die Angabe darüber, wie ein Serviceprodukt in die Systemarchitektur eines PSS integriert werden kann, wird von LAURISCHKAT diskutiert. Werden Serviceprodukte als Systemelemente innerhalb der Systemgrenzen definiert, stellt sich die Frage, ob diese auch dann zum PSS gehören, wenn diese nur in bestimmten Situationen, z. B. im Falle einer Wartung, erstellt werden. Wird ein Serviceprodukt nicht als Teil des PSS gesehen, sondern lediglich als Eingangsgröße des Systems, muss geklärt werden, auf welches Subsystem die Anteile der Eingangsgröße wirkt. Die Eingangsgröße müsste auf das Subsystem *Leistungserstellung* wirken, wobei unklar ist, wie ein solches Subsystem in die PSS-Architektur integriert werden kann [Laur12]. Es ist also nicht immer eine abschließende Aussage zu der Verortung von Serviceprodukten in der Systemarchitektur eines PSS möglich. Dennoch können beispielsweise Prozessmodelle der Serviceerbringung Teil der Systemarchitektur sein, auch wenn das Serviceprodukt an sich nur zu bestimmten Zeitpunkten erstellt wird. Somit wird die Systemsicht von FUCHS weiterverfolgt und Serviceproduktanteile im Subsystem *Service* verortet. Das PSS aus Systemsicht wird in der nachfolgenden Abbildung 2-5 dargestellt.

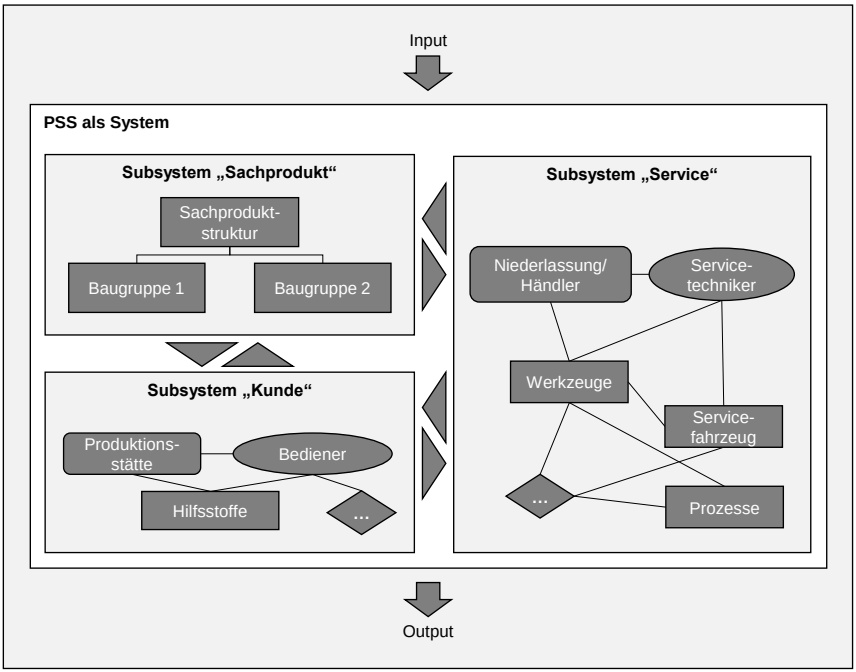



Abbildung 2-5: Eigenschaften von Produkt-Service Systemen aus Systemsicht [Fuch07]

### 2.1.3 PSS aus Prozesssicht

Generell können Lebenszyklen aus unterschiedlichen Domänen, wie z. B. aus Sicht der Betriebswirtschaftslehre (zustandsorientierte Evolutionssicht, z. B. Umsatzverlauf über die Zeit)

oder der Ingenieurswissenschaften (zeitlich-logische, sequenzielle Sicht des Wertschöpfungsprozesses) betrachtet werden [Boßl14]. Im Folgenden wird der Lebenszyklus aus ingenieurswissenschaftlicher Sicht näher beleuchtet. Der Lebenszyklus eines Sachprodukts betrachtet das Produkt von der Entstehung über die Realisierung und Nutzung bis zum Ende [VDI18]. Für PSS wird dieser prozessorientierte Lebenszyklus zugrunde gelegt.

Nach FUCHS setzt sich der PSS-Lebenszyklus aus den Phasen Gestaltung, Realisierung und Recycling zusammen, wobei die Realisierungsphase nochmals in Produktion und Service unterteilt werden kann. Nach seiner Auffassung wird der Sachproduktkern des PSS in der Gestaltungsphase geplant und entwickelt, während die Serviceprodukthülle vom Kunden gestaltet wird [Fuch07]. Dieser Sachverhalt macht eine Unterscheidung notwendig, bei der berücksichtigt wird, welche Elemente eines PSS zu welchem Zeitpunkt gestaltet werden. MÜLLER und STARK haben zu dieser Situation die Begriffe *implizite* und *explizite* PSS eingeführt. Während explizite PSS durch eine integrierte Planung, Entwicklung, Auslieferung und Nutzung von Sach- und Serviceprodukten charakterisiert werden, durchlaufen implizite PSS keinen integrierten Ansatz. Hierbei werden Sach- und Serviceprodukte ohne systematischen Ansatz zusammengeführt [Müll10b]. Während der Lebenszyklus von FUCHS also die Gestaltung impliziter PSS adressiert, nutzt WALTEMODE eine ähnliche Darstellung des Lebenszyklus, gestaltet die Planungs- und Entwicklungsphase allerdings integriert [Walt14].

Eine weitere Unterscheidung ist hinsichtlich des Kundenmarktes zu treffen. Im Hinblick darauf existieren *PSS für den anonymen Kundenmarkt* und *kundenindividuelle PSS* [Laur12].

Bei PSS für den anonymen Kundenmarkt findet der erste Kundenkontakt nach der PSS-Entwicklung in einer Konfigurationsphase statt. Dies bedeutet, dass aus der PSS-Gestaltungsphase standardisierte Module entstehen. Das Ziel der Konfiguration ist es, das Sachprodukt sowie die notwendigen Serviceprodukte kundenspezifisch auszugestalten. Der Kunde kann also je nach seinen Bedürfnissen die passenden PSS-Komponenten auswählen und kombinieren. Somit ist der Kunde zentrales Element der Konfiguration. Diese endet mit dem Angebot an den Kunden [Auri07]. Die Lebenszyklusbetrachtung von WALTEMODE beinhaltet diese Konfiguration am Ende der Entwicklungsphase [Walt14]. Wie genau eine solche Konfiguration ablaufen kann, zeigt MANNWEILER [Mann14].

Bei kundenindividuellen PSS besteht direkter Kundenkontakt während des gesamten Lebenszyklus. Die Nutzung bestehender PSS-Komponenten ist optional, sodass ein neues, kundenindividuelles PSS aus der Gestaltungsphase resultieren kann. Ein weiterer Unterschied existiert dahingehend, dass der Kunde seine Anforderungen nicht nur in der Konfigurationsphase dem PSS-Anbieter kommunizieren kann. Die Kundenanforderungen können sich über den gesamten PSS-Lebenszyklus ändern, wodurch der PSS-Anbieter den Lösungsraum für seinen Kunden und dessen Bedürfnisse anpasst [Laur12]. Eine kundenindividuelle Gestaltung von PSS wird beispielsweise von KÖLSCH et al. vorgenommen. In diesem Beitrag werden die gleichen Phasenbezeichnungen wie bei WALTEMODE genutzt, jedoch entfällt die Konfigurationsphase, da die Gestaltung von Beginn an den Kunden involviert [Köls17].

In der Literatur existieren unterschiedliche Darstellungen hinsichtlich des Lebenszyklus eines PSS. Die Inhalte der einzelnen Phasen des PSS-Lebenszyklus nach FUCHS mit integrierter Sach- und Serviceproduktgestaltung und ohne Konfigurationsphase sind wie folgt [Fuch07]:

- **PSS-Planung:** In der lebenszyklusorientierten PSS-Planung werden systematisch PSS-Ideen generiert bzw. identifiziert und ausgewählt. PSS-Ideen sind strukturiert gefasste Gedanken, die spontan oder unter Einsatz von Kreativität entstehen. Diese müssen nicht formalisiert sein und entwickeln sich im Laufe der Planungsphase weiter [Vahs15]. Aus dieser PSS-Idee heraus werden die Sach- und Serviceprodukte derart definiert, dass ein gewünschter Kundennutzen erreicht werden kann.
- **PSS-Entwicklung:** Zur Realisierung der PSS-Idee bzw. der definierten Sach- und Serviceprodukte müssen diese in der Entwicklungsphase in Form von Modellen beschrieben werden. Daraus entstehen beispielsweise Modelle des Serviceerbringungsprozesses, des Sachprodukts und der zur Verfügung stehenden Ressourcen.
- **PSS-Realisierung:** In dieser Phase wird das Sachprodukt durch den vom Kunden ausgelösten Prozess produziert und dem Kunden übergeben. Zudem wird der gewünschte Kundennutzen durch die Kombination mit dazugehörigen Serviceprodukten bereitgestellt und aufrechterhalten. FUCHS unterscheidet vier Teilprozesse in der PSS-Realisierung:
  1.) Bereitstellung des Grundnutzens durch die Produktion und Auslieferung des Sachprodukts
  2.) Aufrechterhaltung und/oder Steigerung des Grundnutzens durch die erbrachten Serviceprodukte
  3.) Zur Quantifizierung des Kundennutzens werden Feldinformationen aus dem Serviceerbringungsprozess aufgenommen und verarbeitet
  4.) Einleitung von Lenkungsmaßnahmen bei einer Abweichung des Nutzens
- **End-of-Life:** In dieser Phase wird das Sachprodukt des PSS durch den PSS-Anbieter zurückgenommen. Je nach Besitzverhältnis kann das Sachprodukt auch durch den Kunden weiterveräußert werden. Bei der Rücknahme durch den PSS-Anbieter kann das Sachprodukt nach Aufarbeitung ein Element eines neuen PSS werden.

Eine weitere Darstellung eines Lebenszyklus findet sich bei RESE et al. [Rese11] und MEIER und UHLMANN [Meie12]. Ausgehend vom Kundenbedarf gliedert sich der HLB-Lebenszyklus in die Phasen Planung, Entwicklung, Implementierung, Betrieb und Auflösung. Nachfolgend werden die einzelnen Phasen kurz erläutert:

- **HLB-Planung:** Initiiert wird die HLB-Planung durch den Kundenkontakt. Ziel dabei ist es, die Kundenbedürfnisse zu identifizieren und daraus HLB-spezifische Anforderungen abzuleiten. Dabei werden die Anforderungen möglichst lösungsneutral formuliert, um den Lösungsraum für Innovationen offen zu halten. Zudem ist die Ausgestaltung des Vertrags, der zwischen dem PSS-Anbieter und dem Kunden geschlossen wird, Teil der HLB-Planung. Ein weiterer Teil der HLB-Planung ist die Ausgestaltung des HLB-Geschäftsmodells, welches sich über die Planungsphase immer weiter konkretisiert und letztendlich als Basis für die anschließende HLB-Entwicklung dient.
- **HLB-Entwicklung:** Die HLB-Entwicklungsphase beinhaltet die Entwicklung von HLB-Konzepten sowie die Ausgestaltung der konzipierten Elemente. Ergebnis dieser Phase ist ein HLB-Produktmodell.
- **HLB- Implementierung:** In dieser Phase wird das Sachprodukt produziert, die logistischen Prozesse zur Auslieferung definiert sowie der Potenzialaufbau für die Serviceerbringung

initiiert. Zudem ist die Inbetriebnahme des HLB unter Berücksichtigung eines HLB-Netzwerks Teil dieser Phase.

- **HLB-Betrieb:** In dieser Phase findet der Serviceerbringungsprozess im Rahmen der Nutzung des HLB unter Berücksichtigung eines HLB-Netzwerks statt. Zudem kann das HLB gemäß den Kundenanforderungen dynamisch angepasst werden.
- **HLB-Auflösung:** In dieser Phase wird der bestehende Vertrag zwischen Anbieter und Kunde aufgelöst.

LAURISCHKAT hat auf Basis dieses Lebenszyklus eine Anpassung der Phasen vorgenommen, um explizit kundenindividuelle PSS zu entwickeln. Der resultierende Lebenszyklus unterteilt sich in folgende Phasen: PSS-Planung, PSS-Entwicklung, PSS-Potenzialaufbau/-koordination/-abbau, PSS-Realisierung und PSS-Auflösung. Dabei beinhaltet die PSS-Realisierung die Inhalte der beiden Phasen HLB-Implementierung und HLB-Betrieb des Lebenszyklus von RESE et al. bzw. MEIER und UHLMANN. Sowohl der Potenzialaufbau zur Serviceerbringung als auch die Implementierung des Partnernetzwerks zur Sicherstellung des HLB-Betriebs sind bei RESE et al. und MEIER und UHLMANN Inhalte der Phase HLB-Implementierung. Zudem wird die Bildung sowie die Anpassung der Aufbau- und Ablauforganisation des Partnernetzwerks zur Serviceerbringung der Phase HLB-Betrieb zugeordnet. In den Ausführungen von LAURISCHKAT wird der Aufbau und die Anpassung eines solchen Leistungspotenzials aus den Phasen ausgegliedert und als eigenständige Lebenszyklusphase aufgefasst. Die Phase beginnt parallel zu der PSS-Entwicklung, um die erforderliche Leistungsfähigkeit des PSS-Anbieters aufzubauen, läuft parallel zur PSS-Realisierung, um verschiedene, teilweise voneinander abhängige Vorgänge zur Realisierung zu koordinieren und endet mit dem Abbau nicht mehr notwendiger Ressourcen in der PSS-Auflösung [Laur12].

Einen tieferen Einblick in die verschiedenen Auffassungen von Lebenszyklen bietet GUAN et al., deren Ergebnisse sechzehn verschiedene Lebenszyklen in die folgenden Kategorien unterteilen [Guan17]:

- Product lifecycle with service association
- Interrelated product lifecycle and service lifecycle
- Integrated PSS lifecycle
- Service dominant PSS lifecycle

Im Nachfolgenden wird der PSS-Lebenszyklus nach FUCHS herangezogen, da aufgrund der hier adressierten Thematik der PSS-Planung die detailliertesten Ausführungen vorliegen.

### 2.1.4 Zusammenfassung der PSS-Eigenschaften

Auf Basis der Definition und Charakterisierung von PSS können folgende Eigenschaften zusammengefasst werden:

- **Sozio-technische Systeme**: PSS repräsentieren sozio-technische Systeme. Nicht nur im Rahmen der PSS-Realisierung finden sich zwischenmenschliche Interaktionen, sondern im gesamten PSS-Lebenszyklus und somit auch bei der kundenindividuellen Gestaltung von PSS. Die Interaktionen finden sich zudem nicht nur zwischen dem PSS-Anbieter und dem Kunden, sondern auch über die Unternehmensgrenze hinaus im eWN wieder [Holl15].

- **Gleichwertige Betrachtung von Sach- und Serviceprodukten:** Die Hauptkomponenten des PSS sind Sach- und Serviceprodukte. Diese sind gleichwertig im System und beeinflussen sich gegenseitig. Je nach Anwendungsfall kann entweder mehr Sachproduktanteil oder mehr Serviceproduktanteil vorliegen [More02].
- **Erweitertes Wertschöpfungsnetzwerk:** PSS werden meist unter Einbezug von Partnern aus dem eWN geplant, entwickelt und realisiert. Diese kompensieren fehlende Kapazitäten und Kompetenzen. Gerade vor dem Hintergrund neuer Technologien, wie z. B. Sensor- oder Cloudtechnologien, deren Entwicklung nicht zu den Kernkompetenzen des PSS-Anbieters gehören, sind Partner unabdingbar. Die Konfiguration des eWN ist dabei veränderbar.
- **Integration des externen Faktors:** Die Integration des Kunden in die PSS-Gestaltung und -Realisierung trägt im entscheidenden Maße zur Ergebnisqualität bei. Je nachdem, ob die Gestaltungsphase bereits kundenindividuell erfolgt oder das PSS erst durch die Konfiguration kundenindividuell wird, hat der Kunden unterschiedlichen Anteil an der PSS-Gestaltung. Bei bestimmten PSS-Ausprägungen, wie beispielsweise den verfügbarkeitsorientierten PSS, bei denen der Kunde nur noch für die technische Verfügbarkeit des Sachprodukts zahlt und der PSS-Anbieter für die Initiierung von Instandhaltungsmaßnahmen verantwortlich ist, nimmt der Kundenanteil der PSS-Realisierung ab [Oliv18].

In den vorangegangenen Kapiteln wurden verschiedenen Begrifflichkeiten im Rahmen von PSS definiert und bestehende Auffassungen diskutiert. Dazu wurden auch verschiedene PSS-Lebenszyklen genauer analysiert. Das Thema der Arbeit macht eine weiterführende Analyse der PSS-Planungsphase im anschließenden Kapitel notwendig.

## 2.2 Planung von PSS

In diesem Kapitel wird die Planung von PSS definiert und der Zusammenhang zwischen PSS-Planung und Innovation hergestellt. Es werden die Domänen Service Design und Service Engineering definiert und begründet, warum diese aus den Untersuchungen ausgeschlossen werden. Des Weiteren werden die Konstellationen der englischen Übersetzung und der damit verbundenen Vermischung der Domänen PSS-Planung und PSS-Entwicklung näher erläutert. Anschließend werden Anforderungen an einen modernen PSS-Planungsansatz auf Basis der hier abgeleiteten Erkenntnisse gestellt.

### 2.2.1 Definition der PSS-Planung

Die Planung von PSS bildet entsprechend der Lebenszyklusbetrachtung nach FUCHS zusammen mit der PSS-Entwicklung die PSS-Gestaltung. Die Planung ist somit die erste Phase im Lebenszyklus [Fuch07]. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Verortung der PSS-Planung im PSS-Lebenszyklus.

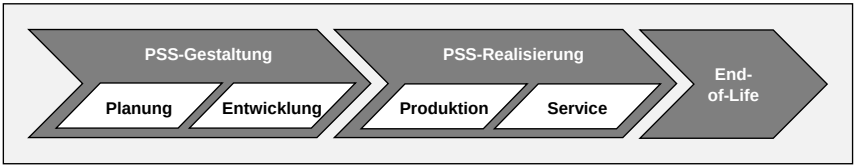



Abbildung 2-6: Lebenszyklus von PSS [Fuch07]

Unter Planung wird die zielgerichtete Festlegung zukünftigen Handels verstanden. Eine Planung ist ein komplexer Prozess, an dem eine Vielzahl von Personen mitwirken [Schn99].

FUCHS leitet die Definition der PSS-Planung aus den VDI-Richtlinien 2220 und 2221 ab [Fuch07]. Die daraus resultierende Definition ist somit an die Produktplanung angelehnt. Die Produktplanung umfasst nach VDI 2220 die systematische Suche und Auswahl zukunftsträchtiger Produktideen sowie deren weitere Verfolgung in nachgelagerten Phasen. Sie basiert auf den Unternehmenszielen und ist Teil der Unternehmensplanung und somit der Planung der unternehmerischen Entwicklungsrichtung und Wachstumsplanung [VDI80].

Definiert wird die lebenszyklusorientierte PSS-Planung nach FUCHS als Prozess der systematischen Identifikation, Auswahl und Spezifikation von PSS-Ideen. Ideen sind dabei strukturierte Gedanken, die spontan oder unter Einsatz von Kreativität entstehen, nicht formalisiert sein müssen und sich kontinuierlich weiterentwickeln [Vahs15]. Dabei sind diese PSS-Ideen konform mit den definierten Lebenszykluszielen und zukunftsträchtig sowie gewinnbringend für den PSS-Anbieter und den Kunden.

Ziel der PSS-Planung ist es somit, die Sach- und Serviceprodukte derart zu definieren, dass ein gewünschter Kundennutzen erfüllt werden kann. Die daraus abgeleiteten Aufgaben der PSS-Planung sind die Festlegung der PSS-Ziele, die Identifikation der PSS-Komponenten, die Beschreibung der Planungsaufgaben sowie die Institutionalisierung der Planung [Fuch07].

### 2.2.2 Abgrenzung der PSS-Planung zum Service Design und Service Engineering

In der Literatur finden sich neben dem Begriff der PSS-Planung die beiden Begriffe des Service Designs und des Service Engineerings. Dies müssen hinsichtlich des Betrachtungsgegenstandes voneinander abgegrenzt werden, um den Schwerpunkt der hier adressierten PSS-Planung vollumfänglich zu verstehen.

**Service Design:** Dieser Fachbegriff entstammt der angloamerikanischen Literatur und wird in den Domänen Marketing und Vertrieb verortet, enthält somit einen starken betriebswirtschaftlichen Einfluss bei der Entwicklung von Dienstleistungen [Sche06]. Erste Ansätze finden sich dabei bei SHOSTACK [Shos82]. Eine einheitliche Definition des Service Designs existiert nicht, denn Service Design kann, je nach Situation und Kompetenzen, unterschiedlich aufgefasst und durchgeführt werden. Eine Übersicht über vorhandene Definitionen findet sich bei STICKDORN und SCHNEIDER [Stic15].

**Service Engineering:** Die Disziplin des Service Engineering hat ihren Ursprung Mitte der 90er Jahre. Im Gegensatz zum ursprünglichen Service Design bedient sich das Service Engineering der Übertragung ingenieurswissenschaftlicher und softwaretechnischer Aspekte auf die systematische Entwicklung von Dienstleistungen [Sche06]. Bestehende Vorgehensmodelle zur systematischen Entwicklung von Dienstleistungen finden sich beispielsweise bei SCHNEIDER et al. [Schn06]. Den von SCHNEIDER et al. untersuchten Vorgehensmodellen liegt allerdings nicht der PSS-Begriff und somit nicht die integrierte Betrachtung aller PSS-Elemente zu Grunde.

Teilweise werden Ansätze des Service Designs und des Service Engineerings auch vermischt, da sich einige Aktivitäten ähneln [Meye08]. Bei beiden Ansätzen ist jedoch der Fokus auf die Dienstleistungsentwicklung gleich, sodass das Sachprodukt nicht oder nur unzureichend betrachtet wird. Nur ein integrierter Ansatz zu PSS-Planung kann alle Bestandteile eines PSS berücksichtigen. Aus diesem Grund beziehen sich die nachfolgenden Ausführungen nur auf die

PSS-Planung. In der internationalen Literatur kann weiterhin differenziert werden, ob sich unter dem Begriff PSS-Design die PSS-Gestaltung und somit Planung und Entwicklung einordnen lässt oder ob PSS-Design lediglich die Planungsphase adressiert. Weiterhin wird der Begriff PSS-Development teilweise als eigentliche PSS-Entwicklung, in manchen Veröffentlichungen aber auch als PSS-Gestaltung gesehen.

### 2.2.3 PSS-Planung und Innovation

Die Produktplanung nach VDI 2220 bezieht sich auf die der Produktrealisierung vorgelagerten Phasen. Sie kann als ein Subprozess des Innovationsprozesses angesehen werden [Gerh02]. Die systematische Identifikation, Auswahl und Spezifikation von PSS-Ideen in der PSS-Planung stellt somit ebenfalls einen Subprozess des Innovationsprozesses dar, sodass hier ausführlicher auf den Innovationsprozess eingegangen wird.

Der Terminus „Innovation“ leitet sich von dem lateinischen Substantiv „innovatio“ ab, was so viel wie Erneuerung heißt [Schu12b]. In der Literatur existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionsansätze. HAUSCHILDT et al. geben einen Überblick über existierende Definitionsansätze. Die Autoren selbst wählen einen mehrdimensionalen Definitionsansatz. Nur durch die Zusammenfassung der Dimensionen lässt sich gemäß den Autoren bestimmen was eine Innovation ist. Darin inbegriffen sind die inhaltliche Dimension, die Intensitätsdimension, die subjektive Dimension, die Akteursdimension, die prozessuale Dimension sowie die normative Dimension, die nachfolgend kurz erläutert werden [Haus16]:

- **Inhaltliche Dimension – „Was ist neu?“:** Bei dieser Dimension wird der Betrachtungsgegenstand definiert. Dabei werden zum einen alleinstehende Produkt- und Prozessinnovationen sowie Dienstleistungsinnovationen unterschieden. Weiterhin lassen sich unter Berücksichtigung der Systemtheorie innovative Systemkomponenten, innovative Systeme und innovative Systemverbunde unterscheiden. Zudem existieren neben technischen Innovationen auch organisationale und geschäftsbezogene Innovationen sowie postindustrielle Systeminnovationen, wie soziale Innovationen von Non-Profit-Organisationen.
- **Intensitätsdimension – „Wie neu?“:** Diese Dimension definiert das Ausmaß der Neuartigkeit. Dieses Ausmaß kann durch unterschiedliche Kriterien und Skalen bestimmt werden. Eine Lösung kann dabei aufgrund von Expertenmeinungen neuartig sein, wie z. B. bei der Beurteilung von Patenten verfahren wird. Der tatsächliche Innovationsgrad lässt sich damit allerdings nicht bestimmen. Hierzu können einerseits Dichotomien, wie z. B. „radikal und inkrementell“ oder „revolutionär und evolutionär“ oder aber auch Ordinalskalen, Scoring-Modelle oder multidimensionale Ansätze eingesetzt werden.
- **Subjektive Dimension – „Neu für wen?“:** Diese Dimension adressiert die Frage, welches Subjekt für die Einschätzung der Neuartigkeit verantwortlich ist. Es kann dabei zwischen Experten, Führungskräften, Branchen, Nationen und Menschheit unterschieden werden.
- **Akteursdimension – „Neu durch wen?“:** Bei dieser Dimension werden die aktiv an der Innovation beteiligten Akteure identifiziert, wobei Innovation generell als cross-funktionale Aufgabe verstanden wird. Innerbetrieblich können Akteure verschiedener Abteilungen, wie beispielsweise Forschung und Entwicklung, Marketing, Informationstechnik, Produktion, Controlling, Personal, o. ä. mit eingebunden sein. Durch die jeweiligen akteurgebundenen Zielsetzungen entstehen im Innovationsprozess oft Konflikte zwischen den beteiligten Akteuren. Dennoch muss die Innovation durch immer komplexer werdende Lösungen (z. B

durch neue Technologien) als fachdisziplinübergreifende Aufgabe gesehen werden. Neben innerbetrieblichen Akteuren werden im Sinne eines Open-Innovation-Gedankens mehr und mehr die Partner des erweiterten Wertschöpfungsnetzwerks in den Innovationsprozess mit einbezogen. Die Partner können dabei dem Anbieter im Innovationsprozess gleichgestellt sein und bei Investitionsentscheidungen Einfluss nehmen. Auch Kunden oder sogar ganze User Communities werden heutzutage mit in den Innovationsprozess integriert.

- **Prozessuale Dimension – „Wo beginnt, wo endet die Neuerung“:** In dieser Dimension wird adressiert, bis wann ein Objekt/Prozess als Innovation bezeichnet werden kann. Am Anfang der Innovation steht eine Idee. Ziel ist es, diese in den operativen Ablauf und somit in die laufende Verwertung des Unternehmens zu integrieren. Ist dies realisiert, ändert sich die Verantwortung vom Innovationsmanagement zum operativen Management. Der oft synonym verwendete Terminus Invention bzw. Erfindung kann dadurch abgegrenzt werden, als dass die Erfindung ein Teil des Prozesses von der Idee zur laufenden Verwertung einer Innovation sein kann, jedoch nicht sein muss.
- **Normative Dimension – „Neu = erfolgreich?“:** Innerhalb dieser Dimension wird der wirtschaftliche Erfolg der Innovation beurteilt. Dazu existieren zwei Abgrenzungen. Die erstere misst den Erfolg an der Verbesserung hinsichtlich des Status Quo, welche nur unter verschiedenen Annahmen, wie z. B. eines Zielsystems und den damit verbundenen spezifischen Zielen, beurteilt werden kann. Die zweite, deutlich engere Abgrenzung, betrachtet den Erfolg der Innovation anhand von betriebswirtschaftlichen Größen, wie erzielte Gewinne, Umsätze oder Kostensenkungen. Diese Größen sind allerdings erst dann messbar, wenn das Innovationsmanagement bereits vollzogen ist.

Mit Hilfe dieser Dimensionen lassen sich Innovationen aus verschiedenen Blickwinkeln charakterisieren. Der Prozess, währenddessen Innovationen entstehen, wird Innovationsprozess genannt. Nach STAUDT sind die Phasen des Innovationsprozesses ähnlich zu klassischen Managementprozessen, die sich in Planung, Bewertung, Realisierung und Kontrolle aufteilen [Stau99]. In der Literatur existieren unterschiedliche Modelle des Innovationsprozesses. In VERWORN und HERSTATT findet sich dazu ein Überblick [Verw00]. Typische Phasen eines Innovationsprozesses gliedern sich beispielsweise in *Ideen- und Konzeptgenerierung*, *Produkt- und Prozessentwicklung* und *Markteinführung und -durchsetzung* [Vess10]. Die frühe Phase eines Innovationsprozesses umfasst jene Aktivitäten vom ersten Impuls bis zur Go-No-Go-Entscheidung zur Umsetzung des Konzepts bzw. zur Aufnahme der eigentlichen Entwicklungsarbeit [Verw07]. Dabei ist die frühe Phase, welche in der Literatur auch Fuzzy Front End genannt wird [Abel16], hinsichtlich der Prozessoptimierung von besonderer Bedeutung, da hier die größten Potenziale in Bezug auf Kostensenkung und Zeiteinsparung liegen, die mit geringem finanziellen Aufwand umzusetzen sind [Smit91]. Dieser Zusammenhang in Verbindung mit der in der frühen Phase vorherrschenden Unsicherheit aufgrund des geringen Grads an zur Verfügung stehenden Informationen wird in der nachfolgenden Abbildung 2-7 visualisiert.

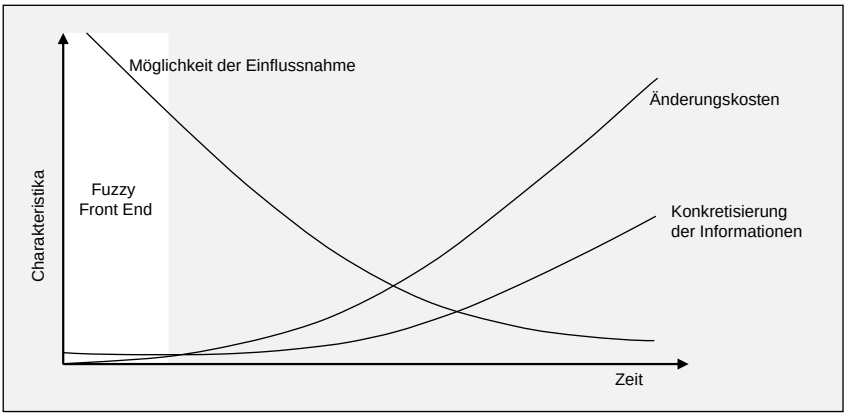



Abbildung 2-7: Zusammenhang zwischen Kosten, Informationen und Einflussmöglichkeiten im Fuzzy Front End der Innovation [Hers14]

Die Möglichkeit zur Einflussnahme durch Änderungen am Innovationsgegenstand ist im Fuzzy Front End am größten. Da viele Entscheidungen noch nicht getroffen wurden und zu Beginn noch nicht alle Informationen zur Verfügung stehen, sind dadurch auch die resultierenden Kosten einer Änderung gering. Dieser Sachverhalt ändert sich über die Zeit des Innovationsprozesses. Demnach haben Entscheidungen, die in der frühen Phase getroffen werden, weitreichende Auswirkungen auf den Innovationsprozess [Abel16]. Dies unterstreicht die Wichtigkeit der Gestaltung der frühen Phase. Hinsichtlich PSS sprechen VAN HALEN et al. hierbei von der PSS-Innovation bzw. vom PSS-Innovationsprozess [vanH05]. Die PSS-Planung kann somit der frühen Phase des PSS-Innovationsprozesses gleichgesetzt werden.

Prozesse bzw. Vorgehen können je nach Zweck unterschiedlich gestaltet werden. In der Literatur lassen sich lineare bzw. sequenzielle Vorgehensmodelle (z. B. Wasserfallmodell), iterative Vorgehensmodelle (z. B. Spiralmodell der Softwareentwicklung) und Prototyping-Modelle unterscheiden [Schn03]. Bei sequenziellen Vorgehensmodellen startet eine Phase erst, wenn die Ergebnisse der vorherigen Phase als Input vorliegen. Anders als iterative Prozesse bieten lineare Vorgehensmodelle und Prototyping-Modelle keine Möglichkeit zur Reaktion auf Änderungen durch einen Rücksprung in eine vorhergehende Phase. Prototyping-Modelle zielen auf einen frühzeitigen Test der entstandenen Ergebnisse gemeinsam mit der adressierten Zielgruppe.

Die Induktion des Innovationsprozesses kann dabei entweder zweck- oder mittelinduziert erfolgen. Eine mittelinduzierte Induktion erfolgt aufgrund neuer Technologien oder Organisationsformen, für welche erst passende Anwendungsmöglichkeiten identifiziert und Kundenbedürfnisse geweckt werden müssen [Bene03]. In diesem Fall wird auch von technologiegetriebenen bzw. technology-push Innovationen gesprochen [Schu12a]. Eine zweckinduzierte Induktion des Innovationsprozesses resultiert auf Basis von Markt- und Kundenanforderungen. Ziel dabei ist es Kundenbedürfnisse zu befriedigen [Bene03]. In diesem Fall wird auch von marktgetriebener bzw. market-pull Innovationen gesprochen [Schu12a]. Bis in die frühen 70er Jahre waren diese linearen Betrachtungsweisen der Prozessinduktion bei der Wahl der Innovationsstrategie vorherrschend. Erst in den späten 70er bzw. frühen 80er Jahren entwickelte sich ein

integriertes Modell (siehe Abbildung 2-8), welches die Berücksichtigung markt- und technologiegetriebener Induktion des Innovationsprozesses als erfolgreiche Strategie empfiehlt [Roth92].

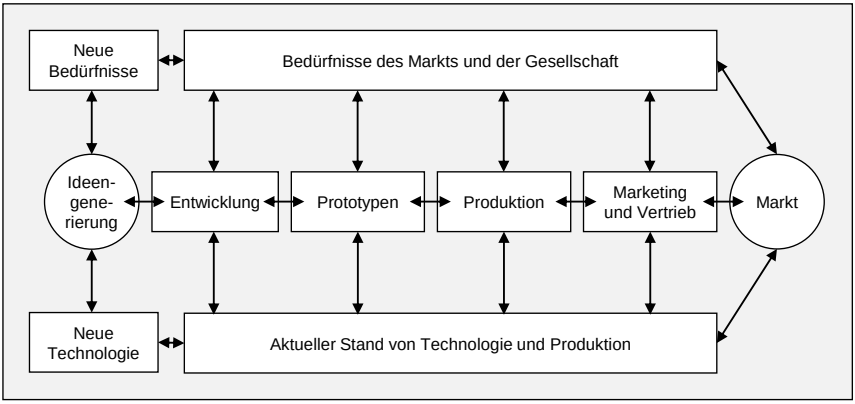



Abbildung 2-8: Kopplung von markt- und technologiegetriebenen Innovationen [Roth92]

Innovationsprozesse unterscheiden sich von anderen operativen Prozessen innerhalb eines Unternehmens durch zwei zentrale Merkmale [Haus16]:

- Innerhalb von Innovationsprozessen herrscht Unsicherheit. Die Unsicherheit kann durch unklare Kundenbedürfnisse oder auch durch dynamische Umweltveränderungen, wie z. B. eine turbulente Entwicklung seitens des Markts oder verschiedener Technologien entstehen.
- Innovationsprozesse sind aufgrund der meist großen Anzahl unterschiedlicher Akteure und damit einhergehenden Zielvorstellungen komplex und bedürfen eines hohen Koordinationsaufwandes.

Die systematische Gestaltung und Lenkung des Innovationsprozesses und der aufbauorganisatorischen Gegebenheiten sind zentraler Bestandteil des Innovationsmanagements [Haus16].

**Reflektion der Merkmale von Innovation und Innovationsprozess auf die PSS-Planung**

Der PSS-Planungsprozess ist die spezifisch für PSS ausgeprägte frühe Phase des Innovationsprozesses. Auf Basis der genannten Definitionen lassen sich für PSS folgende Aussagen treffen:

Bei der inhaltlichen Dimension können innovative PSS auf unterschiedliche Weise entstehen. Dabei sind neue Sachprodukte ebenso möglich wie neue Serviceprodukte, neue Technologien, neue Kooperationen mit Partnern des eWN oder auch neue Geschäftsmodelle. Wichtig ist hierbei, dass eine Idee erst dann als vollwertige Innovation bezeichnet werden kann, wenn diese tatsächlich in neuen Sachprodukten, Serviceprodukten, etc. resultiert und diese entsprechenden Kunden angeboten werden [Müll20].

Im Hinblick auf die Intensitätsdimension können sowohl inkrementelle Neuerungen z. B. auf Basis von geänderten Kundenanforderungen oder evolutionären Technologien im Sinne einer marktgetriebenen Induktion als auch radikale Neuerung z. B. auf Basis disruptiver Technologien im Sinne einer technologiegetriebenen Induktion entstehen [Chri11]. Aus diesen beiden Dimensionen lässt sich ableiten, dass ein Ansatz mit verschiedenen Induktionsmöglichkeiten eminent wichtig für die PSS-Planung ist. Ohne Beachtung der Technologieseite werden meist

nur inkrementelle Entwicklungen möglich sein. Ohne Beachtung der Marktseite werden Kundenbedürfnisse vernachlässigt, was die Gefahr der Ablehnung der Lösung durch den Kunden erhöht.

Da PSS wie in Kapitel 2.1.1 von einem PSS-Anbieter einem Kunden angeboten werden, der nicht der Endkunde ist, bezieht sich die subjektive Dimension auf den PSS-Anbieter und den Kunden bzw. den Nutzer.

Innerhalb der Akteursdimension ist es wichtig, neben den unternehmensinternen Akteuren, die Partner des erweiterten Wertschöpfungsnetzwerks und den Kunden selbst im PSS-Planungsprozess einzubinden [Varg08].

Hinsichtlich der prozessualen Dimension steht die PSS-Planung am Anfang des PSS-Lebenszyklus. Die Ergebnisse der PSS-Planung werden an die nachfolgende Phase, die PSS-Entwicklung, weitergeleitet. Dies unterstreicht die Tatsache, dass der PSS-Planungsprozess eben nur ein Teil des Innovationsprozesses darstellt.

Auf normativer Ebene ist eine wirtschaftliche exakte Beurteilung in dieser frühen Phase nur möglich, wenn das PSS bereits bei mehreren Kunden im Einsatz ist. Bei neuen PSS ohne entsprechenden Kunden ist dies nicht möglich. Es können lediglich auf Basis von ähnlichen Neuerungen Größen geschätzt werden.

Das Merkmal der Unsicherheit ist ebenfalls auf den PSS-Planungsprozess übertragbar. Auch hier können sich beispielsweise durch geänderte Kundenanforderungen die Bezugsgrößen ändern, worauf innerhalb der Planung reagiert werden muss. Somit sind die Gestaltung und Lenkung des Planungsprozesses sowie der aufbauorganisatorischen Gegebenheiten wichtig für den Verlauf der PSS-Planung und allen anschließenden Lebenszyklusphasen.

### 2.2.4 Herausforderungen bei der PSS-Planung

Die Planung von PSS in einer VUKA-Welt stellt die PSS-Anbieter zunehmend vor Herausforderungen [Wies19]. In diesem Zusammenhang bedeutet **Volatilität**, dass Änderungen über den gesamten PSS-Lebenszyklus regelmäßig und teilweise unvorhersehbar auftreten [Wolf15] und somit eine PSS-Planung aufgrund unterschiedlicher Ereignisse initiiert werden muss. Durch die zunehmende Volatilität im Unternehmensumfeld beispielsweise durch kürzere Produkt- und Technologielebenszyklen, neue Technologien und Geschäftsmodelle im Zuge der Digitalisierung, sich kurzfristig ändernder Kundenbedürfnisse oder auch neue gesetzliche Änderungen, müssen Unternehmen zunehmend schneller auf markt- und technologieseitige Änderungen reagieren und neue Lösungen entwickeln [Schu20].

**Unsicherheiten** resultieren daraus, dass in der frühen Phase der Entwicklung noch nicht alle Informationen vorliegen bzw. noch nicht sicher sind und sich somit noch ändern können [Hers14]. RAMIREZ HERNANDEZ et al. haben fünf verschiedene Unsicherheitskategorien identifiziert, welche die PSS-Gestaltung maßgeblich beeinflussen [Rami19]:

- **Technische Unsicherheiten**: Diese Art von Unsicherheiten resultieren aufgrund der Integration mehrerer Sachproduktelemente aus unterschiedlichen Ingenieursdisziplinen, der Schnittstellengestaltung zwischen allen verfügbaren Produkt- und Servicemodulen [Wolf15] und der Vorhersage des Zeitpunkts und des Umfangs der Serviceerbringung [Isak09].

- **Unsicherheiten aus dem Unternehmensumfeld**: Bei dieser Art von Unsicherheiten handelt es sich zum einen um Marktunsicherheiten bzw. ob und wie gut die Kundenanforderungen verstanden und umgesetzt werden. Diese Unsicherheiten zählen zu den zentralsten Herausforderungen der PSS-Gestaltung [Spat01]. Zum anderen resultieren weitere Unsicherheiten aus makroökonomischer Betrachtungsweise und technologischer Entwicklungen, die bestehende Technologien obsolet machen.
- **Ressourcenbezogene Unsicherheiten:** Unsicherheiten im Kontext von Ressourcen treten z. B. dann auf, wenn spezifische Kompetenzen im (Planungs-)Team nicht oder nur unzureichend vorhanden sind [Wolf15]. Zudem erfolgt die PSS-Planung unter Einbezug des Kunden und ist somit abhängig von dessen Rückmeldung [Orel20].
- **Relationale Unsicherheiten:** Relationale Unsicherheiten resultieren aus der notwendigen intensiven Zusammenarbeit innerhalb des eWN. Dabei ist der Wille, die Verfügbarkeit und die Fähigkeit der jeweiligen Partner wichtig, um das angebotene PSS tatsächlich auch langfristig realisieren zu können. Dabei werden Faktoren wie ein schneller lückenloser Informationsaustausch, eine gemeinsame Ideenrealisierung sowie die schnelle Lösung von Problemen bei der Zusammenarbeit zunehmend wichtig [Krey15].
- **Organisatorische Unsicherheiten**: Diese Art von Unsicherheiten resultieren ebenfalls aus der Zusammenarbeit im eWN. Beispiele für diese Art von Unsicherheiten ist eine fehlende gemeinsame oder variierende Zielvorstellung oder entgegenwirkende Unternehmenskulturen zwischen den Partnern [Atki06]. Zur Überwindung müssen beispielsweise Prozesse gemeinsam aufgebaut und aufeinander abgestimmt werden [Wolf15].

Die **Komplexität** der PSS nimmt aufgrund der sich stetig weiterentwickelnden Technologien und der Integration verschiedener Akteure und Fachdisziplinen in den PSS-Lebenszyklus zu [Abra18]. Die deutliche höhere Komplexität datenbasierter PSS im Vergleich zum Angebot einzelner Produkte oder Kombinationen aus Sachprodukten und einfachen Serviceprodukten, erfordert ein genaues Systemverständnis bereits in der Planungsphase [Voge14b]. Allerdings liegen in dieser Phase meist nicht alle Informationen vor, sodass hier entsprechende Unsicherheiten vorherrschen, die zu Änderungen führen können.

Durch fehlende Ursache-Wirkungszusammenhänge und der Tatsache, dass datenbasierte PSS meist einmalige, auf den Kunden zugeschnittene Lösungen sind, können innerhalb der PSS-Planung **mehrdeutige** Anforderungen abgeleitet werden, aus denen sich im zeitlichen Verlauf Änderungen ergeben [Wies19].

Die Herausforderungen bei der Planung von PSS sind geprägt von sich schnell ändernden Gegebenheiten, Komplexität in den Planungsgegenständen und Unsicherheiten in der Zusammenarbeit der Partner und des Kunden im eWN. Plangetriebene Prozesse wie beispielsweise die Produktentwicklung nach VDI 2221 oder der Stage-Gate-Prozess nach Cooper weisen für eine derart dynamische Situation große Schwachstellen auf. WIESNER et al. heben hervor, dass bei konventionellen Planungs- und Entwicklungsansätzen die Anforderungsdokumentation statisch gestaltet ist und somit nur bedingt auf Änderungen reagiert werden kann [Wies19]. SCHUH et al. verweisen hierbei auf eine zu lange Entwicklungsdauer ohne Anpassung der Anforderungen und eine unzureichende Einbeziehung des Kunden [Schu20]. Durch Agilität, besseres Informationsmanagement, Restrukturierung und Experimentierfreudigkeit lassen sich die Herausforderungen der VUKA-Welt überwinden [Benn14]. Um dahingehend eine entsprechend gestaltete

PSS-Planung zu erreichen, bieten die im Folgenden erläuterten Agile Methoden Verbesserungspotenziale.

## 2.3 Agile Methoden

In diesem Kapitel werden die Grundlagen zu den Agilen Methoden und insbesondere die Inhalte des Agilen Manifests erläutert. Zudem werden verschiedene Ansätze der Produkt- und Serviceentwicklung aufgezeigt, welche Agile Methoden bereits integrieren.

### 2.3.1 Grundlagen zu Agilen Methoden

„Agil" bzw. „Agilität" bedeutet erhöhte Beweglichkeit [Oest08] und repräsentiert die Fähigkeit mit schnell wechselnden Veränderungen der Kundenanforderungen und des Unternehmensumfeldes zurecht zu kommen [Lank12a]. Als Synonym für das agile Vorgehen in Projekten, unabhängig derer Schwerpunkte, steht der Begriff der leichtgewichtigen Entwicklung, welcher sich an den Begriff der schlanken Produktion (lean production) anlehnt [Hoff08]. Unter einer Methode wird ein planmäßiges Vorgehen verstanden, welches zur spezifischen Zielerreichung eingesetzt wird [Ever05]. In den 90er Jahren entstanden mit dem Extreme Programming [Abra02], der Dynamic Systems Development Method und Scrum die ersten auch heutzutage noch prominenten Agilen Methoden in der Softwareentwicklung [Lank12b], wobei bereits 1986 die Agile Methode Scrum in der Produktentwicklung eingesetzt wurde [Take86]. In den nachfolgenden Jahren vergrößerte sich die Anzahl an Agilen Methoden vor allem im Bereich der Softwareentwicklung. Ursache dafür war die Notwendigkeit einer beschleunigten Realisierung von Softwareentwicklungsprojekten in der IT-Branche durch häufige kundenspezifische Änderungen und durch die Entwicklung der Internettechnologie. Dadurch mussten die Unternehmen ihre Arbeitsweise ändern, um die Kundenanforderungen weiterhin erfüllen zu können [Lank12a]. Zu ergänzen ist hierbei, dass Software im Gegensatz zu Sachprodukten deutlich öfter angepasst und weiterentwickelt wird [Cora05]. GOLL und HOMMEL argumentieren, dass agile Softwareentwicklung deshalb sinnvoll ist, da es nicht möglich ist, Software korrekt zu spezifizieren [Goll15]. Da den Agilen Methoden untereinander viele Gemeinsamkeiten zugeschrieben wurden, wurde 2001 das Agile Manifest entwickelt. Darin werden Werte und Prinzipien definiert, die agiles Arbeiten ausmachen und sich in unterschiedlichen Ausprägungen in allen Agilen Methoden wiederfinden [Goll15]. Nachfolgend werden die Agilen Werte des Manifests beschrieben [Beck01]:

- **Individuen und Interaktionen** mehr als Prozesse und Werkzeuge
- **Funktionierende Software** mehr als umfassende Dokumentationen
- **Zusammenarbeit mit dem Kunden** mehr als Vertragsverhandlung
- **Reagieren auf Veränderung** mehr als das Befolgen eines Plans

Die Autoren unterstreichen dabei, dass sowohl die rechte als auch die linke Seite der Agilen Werte bei der Softwareentwicklung von Belang sind, der linken Seite (Schrift hervorgehoben) allerdings eine höhere Bedeutung beigemessen wird.

Werden die Agilen Werte in eine Systematik eingeordnet, bilden diese die Grundlage [Preu18]. Basierend auf den Agilen Werten repräsentieren Agile Prinzipien Handlungsgrundsätze, wie beispielsweise die Auslieferung funktionierender Software innerhalb weniger Wochen oder

auch die Selbstorganisation der Entwicklungsteams [Goll15]. Es existieren zwölf Agile Prinzipien, die ebenfalls Inhalt des Agilen Manifests sind [Beck01] und in Abbildung 2-9 dargestellt werden.

**Die zwölf Prinzipien des Agilen Manifests**

1. Die höchste Priorität ist es, den Kunden durch frühe und kontinuierliche Auslieferung wertvoller Software zufrieden zu stellen.
2. Heiße Anforderungsänderungen selbst spät in der Entwicklung willkommen. Agile Prozesse nutzen Veränderungen zum Wettbewerbsvorteil des Kunden.
3. Liefere funktionierende Software regelmäßig innerhalb weniger Wochen oder Monate und bevorzuge dabei die kürzere Zeitspanne.
4. Fachexperten und Entwickler müssen während des Projektes täglich zusammenarbeiten.
5. Errichte Projekte rund um motivierte Individuen. Gib ihnen das Umfeld und die Unterstützung, die sie benötigen und vertraue darauf, dass sie die Aufgabe erledigen.
6. Die effizienteste und effektivste Methode, Informationen an und innerhalb eines Entwicklungsteams zu übermitteln, ist im Gespräch von Angesicht zu Angesicht.
7. Funktionierende Software ist das wichtigste Fortschrittsmaß.
8. Agile Prozesse fördern nachhaltige Entwicklung. Die Auftraggeber, Entwickler und Benutzer sollten ein gleichmäßiges Tempo auf unbegrenzte Zeit halten können.
9. Ständiges Augenmerk auf technische Exzellenz und gutes Design fördert Agilität.
10. Einfachheit -- die Kunst, die Menge nicht getaner Arbeit zu maximieren -- ist essenziell.
11. Die besten Architekturen, Anforderungen und Entwürfe entstehen durch selbstorganisierte Teams.
12. In regelmäßigen Abständen reflektiert das Team, wie es effektiver werden kann und passt sein Verhalten entsprechend an.

Abbildung 2-9: Die zwölf Prinzipien des Agilen Manifests

Die Prinzipien finden nicht nur in der Softwareentwicklung Anwendung, sondern werden zunehmend auch in anderen Projektarten eingesetzt [Oest08]. Agile Techniken stellen konkrete Verfahren zur Realisierung Agiler Werte und Prinzipien dar. Beispiele für Agile Techniken sind die Erstellung einer Persona [Aoya05] oder auch die Entwicklung von User-Stories [Asma18]. Agile Methoden bilden das Vorgehensmodell bzw. integrieren die Agilen Prinzipien und Techniken in eine Gesamtstruktur [Preu18]. Die so entstehende Systematik wird in der nachfolgenden Abbildung 2-10 visualisiert.

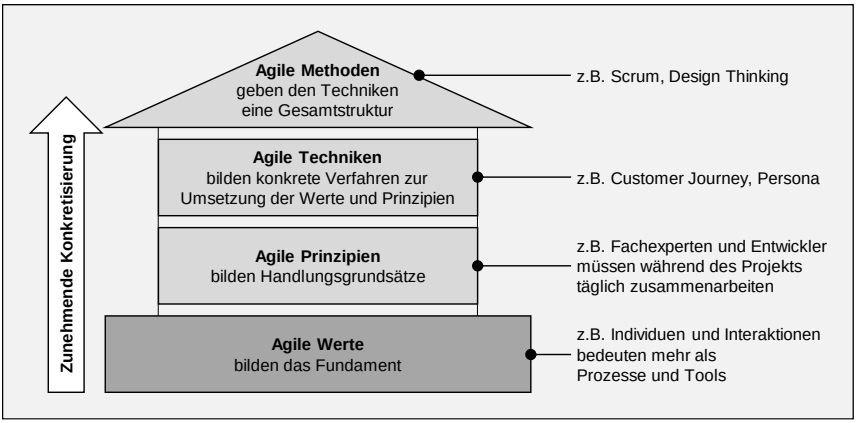



Abbildung 2-10: Agile Systematik [Preu18]

Ein Überblick über in der Praxis etablierte Agile Methoden findet sich bei KLEIN [Klei16]. Anders als klassische Projektmanagementmethoden orientieren sich Agile Methoden nicht an zeitlichen und finanziell begrenzten Ressourcen, sondern streben einen kontinuierlichen Prozess zur Erweiterung und Verbesserung der Ergebnisse in inkrementeller Form an [Komu17]. Kunden werden fortwährend in den Entwicklungsprozess eingebracht. Die Entwicklung selbst wird durch selbstorganisierte Teams aus Fachexperten und Entwickler durchgeführt, die eng zusammenarbeiten. So können Agile Methode die Herausforderungen der VUKA-Welt überwinden [Benn14]. Weitere Unterschiede zwischen klassischen und agilen Projekten findet sich z. B. in [Stoi13].

### 2.3.2 Projekte und Ansätze zu Agilen Methoden in Planung und Entwicklung

Der Einsatz verschiedener Agiler Methoden wird bereits in Projekten und Forschungsansätzen zur Planung und Entwicklung von Sachprodukten, Serviceprodukten erforscht, um die Herausforderungen der VUKA-Welt zu überwinden. Nachfolgende werden einige ausgewählte näher dargestellt.

**Agile Methoden in der Sachproduktplanung und -entwicklung**

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Projekt „Gestaltung agiler Entwicklungsprozesse technischer Systeme“ befasst sich mit der Anpassung Agiler Methoden an die Randbedingungen der technischen Systemgestaltung. Ziel hierbei ist die Entwicklung einer Methode, welche die Mechanismen der agilen Softwareentwicklung auf die Entwicklung technischer Systeme überträgt. Der Ansatz adressiert dabei ausschließlich die Entwicklung technischer Produkte [Schu17]. Ein weiteres, von der DFG gefördertes Projekt „Anpassung agiler Entwicklungsansätze für die physische Produktentwicklung“ adressiert ebenfalls die Entwicklung physischer Produkte[Atzb20]. Der Ansatz nach KLEIN und REINHART betrachtet die Integration des agilen Rahmenwerks Scrum in die mechatronische Produktentwicklung [Klei14]. Auch ALBERS et al. heben den Mehrwert Agiler Methoden insbesondere für die Produktgenerationsentwicklung hervor [Albe19].

**Agile Methoden in der Serviceproduktplanung und -entwicklung**

LANKHORST et al. nutzen Agile Methoden zur Entwicklung von Serviceprodukten [Lank12a]. Auch SCHINDLHOLZER et al. zielen auf die Planung und Entwicklung von Serviceprodukten und unterstützen diese mit der Agilen Methode Design Thinking [Schi11]. Das Verbundprojekt „Design Thinking for Industrial Services“ adressiert ebenfalls die Entwicklung neuer Serviceprodukte mittels Methodenbaukasten und einer elektronischen Plattform speziell für kleine und mittlere Unternehmen [Latt17]. MEIER et al. berücksichtigen eine agile Denkweise bei der Entwicklung eines Unterstützungssystems für den PSS-Anbieter innerhalb der Nutzungsphase [Meie13].

Durch den Einsatz Agiler Methoden in der Sach- und Serviceproduktentwicklung ist es möglich auf dynamischen Änderungen schnell zu reagieren und notwendige Anpassungen vorzunehmen. Es liegt nahe, dass auch die PSS-Planung durch den Einsatz Agiler Methoden in dieser Hinsicht profitieren kann. Aus diesem Grund werden im nachfolgenden Kapitel notwendige Anforderungen für eine agile PSS-Planung erhoben, anschließend bestehende PSS-Planungsansätze untersucht und diskutiert, ob diese sich für eine PSS-Planung innerhalb einer VUKA-Welt eignen.

## 2.4 Anforderungen an eine Methode zur agilen PSS-Planung

Auf Basis der bisherigen Ausführungen werden in diesem Kapitel Anforderungen abgeleitet, welche eine Methode zur agilen PSS-Planung erfüllen muss. Die Anforderungen dienen dabei als Bewertungsgrundlage für aktuelle PSS-Planungsvorgehen und als Gestaltungsgrundlage für die zu entwickelnde Methode zur agilen PSS-Planung.

**Anforderung 1: Die PSS-Planung muss alle Elemente aus der PSS-Definition berücksichtigen**

Aus den Ausführungen resultiert, dass für die Realisierung des PSS nicht nur Sach- und Serviceprodukte zu berücksichtigen sind, sondern auch die Infrastruktur zur Vernetzung dieser sowie die Zusammenarbeit verschiedener systemrelevanter Partner. Aus diesem Grund müssen die Elemente bereits innerhalb der PSS-Planung adressiert und aufeinander abgestimmt werden. Durch die Berücksichtigung aller Elemente als Planungsgegenstände und die daraus resultierende Informationsbasis können notwendige Änderungen im späteren Verlauf der PSS-Gestaltung einfacher umgesetzt werden.

**Anforderung 2: Die PSS-Planung muss sowohl interne als auch externe Akteure prozessual einbinden**

Durch den Innovationsbezug in der PSS-Planung und der damit einhergehenden Auffassung, dass der Innovationsprozess eine fachdisziplinübergreifende Aufgabe darstellt, muss der Planungsprozess derart gestaltet sein, dass sowohl interne als auch externe Akteure integriert werden. Dies können sowohl unternehmensinterne Abteilungen als auch externe Akteure im erweiterten Wertschöpfungsnetzwerk, Forschungseinrichtungen, Verbände etc. sein.

**Anforderung 3: Die PSS-Planung muss sich sowohl aus marktgetriebener als auch technologiegetriebener Sicht initiieren lassen**

Die Induktion muss ebenfalls bei der PSS-Planung beachtet werden. Unternehmen können sich in unterschiedlichen Ausgangssituationen befinden. Dabei können eine Änderung der Kundenbedürfnisse oder auch eine direkte Kundenanfrage ein Auslöser für eine PSS-Planung sein.

Weiterhin können neue Technologien in der eigenen Branche oder aber auch Technologieentwicklungen in Branchen z. B. von Partnern des eWN eine PSS-Planung anstoßen. Damit sowohl marktgetriebenen als auch technologiegetriebenen Innovationen Rechnung getragen wird, muss sich die PSS-Planung auch dahingehend initiieren lassen.

**Anforderung 4: Die PSS-Planung muss den Kunden prozessual einbinden**

Die Integration des Kunden ist ein weiterer wichtiger Faktor, der bei der Planung von PSS berücksichtigt werden muss (die Integration des sogenannten externen Faktors in der PSS-Realisierungsphase wurde bereits in Kapitel 2.1.4 näher erörtert). PSS sind kundenorientierte Lösungen, somit muss der Kunde im Planungsprozess frühzeitig eingebunden werden, um dessen Bedürfnisse zu verstehen und das PSS kundenorientiert ausrichten zu können.

**Anforderung 5: Die PSS-Planung muss auftretende Änderungen und dadurch induzierte Anpassungen berücksichtigen**

Durch die Unsicherheit innerhalb des Planungsprozesses muss dieser derart gestalten werden, dass äußere Änderungen innerhalb verschiedener Planungsschritte aufgenommen werden können und ein durch Änderungen initiierter Rücksprung in eine vorhergehende Phase zulässig ist (iteratives Vorgehensmodell). Dies stellt eine weitere Anforderung vor dem Hintergrund kürzer werdender Innovationszyklen dar. Dabei muss berücksichtigt werden, durch wen die Änderungen kommuniziert werden und wann solche Rückmeldemöglichkeiten sinnvoll implementiert werden können. Eine mehrfache Rückmeldemöglichkeit durch den Kunden und andere Stakeholder muss gegeben sein.

## 2.5 Bestehende Ansätze zur PSS-Planung

In diesem Kapitel werden verschiedene existierende Ansätze zur PSS-Planung vorgestellt. Anschließend erfolgt die Analyse der Ansätze zur PSS-Planung und deren Bewertung anhand der definierten Anforderungen. Die untersuchten Ansätze entstammen größtenteils der systematischen Literaturrecherchen von VASANTHA et al. [Vasa12], QU et al. [Qu16], ROSA et al. [Rosa17], GRÄßLE et al. [Gräß10] sowie CLAYTON et al. [Clay12]. Viele der Ansätze sind in mehreren Recherchen enthalten. Es wurden explizit vollständige Planungsansätze mit Vorgehensmodellen und Werkzeugen ausgewählt und untersucht. Quellen, die sich nur auf die Entwicklung von einzelnen Techniken stützen, wurden nicht mit einbezogen.

### 2.5.1 PSS-Planungsansatz aus dem Life Cycle Management investiver PSS nach FUCHS

Die PSS-Planung nach FUCHS ist im Konzept für das Life Cycle Management investiver PSS eingebettet. Die PSS-Planung steht als erste Phase im Zyklus der strategischen PSS-Lenkung innerhalb des Prozessmodells (siehe Abbildung 2-11 ). Die nachfolgende Phase ist die PSS-Entwicklung. Die vorhergehende Phase ist entweder die Organisationsgestaltung bei der initialen Durchführung des Prozessmodells oder die PSS-Realisierung und den daraus resultierenden strategischen Verbesserungspotenzialen.

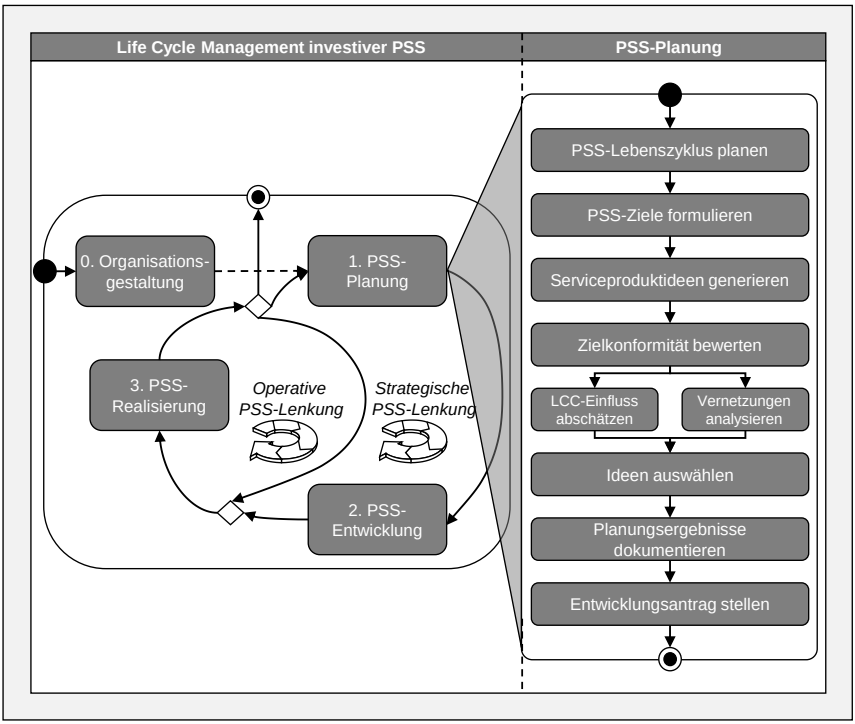



Abbildung 2-11: Prozessmodell des Life Cycle Management und Vorgehensmodell der PSS-Planung nach FUCHS [Fuch07]

Die PSS-Planung wird in drei grundlegenden Phasen unterteilt, die Vorbereitung, die Durchführung und die Nachbereitung. Ziel der Vorbereitung ist es, auf Basis eines internen oder externen Anstoßes, den Sachproduktkern eines neuen PSS-Typs und dessen Grundnutzen zu definieren. Des Weiteren erfolgt die Festlegung der über den Sachproduktlebenszyklus zu erfüllenden Ziele. Innerhalb der Planungsdurchführung werden Serviceproduktideen generiert, hinsichtlich ihrer Zielkonformität bewertet, ihrer Lebenszykluskosten abgeschätzt und ihrer Vernetzungen mit anderen Serviceprodukten analysiert und dementsprechend ausgewählt. In der Nachbereitungsphase werden die Ergebnisse in einem Projektentwicklungsantrag dokumentiert und an die Unternehmensleitung zur Begutachtung weitergeleitet. Methodisch unterstützt wird die PSS-Planung durch einen Zielkatalog, dem House of Service adaptiert aus dem Quality Function Deployment (QFD), einer Visualisierungsmatrix und einem Entwicklungsprojektantrag [Fuch07].

### 2.5.2 PSS-Planungsansatz des Sonderforschungsbereichs/Transregio 29

Die Planung von HLB ist Teil der HLB-Entwicklungsmethodik, welche aus dem Sonderforschungsbereich/Transregio 29 resultierte. Eine detaillierte Beschreibung der HLB-Entwicklungsmethodik findet sich bei STARK und MÜLLER [Star12]. Die Planung von HLB stellt die erste Phase im HLB-Lebenszyklus dar. Initiiert wird die Planung explizit durch den Kunden.

Durch den Kundenkontakt werden dessen Bedürfnisse abgeleitet und darauf aufbauend die spezifischen Kundenanforderungen möglichst lösungsneutral formuliert. Zwischen dem HLB-Anbieter und dem Kunden folgt anschließend die Vertragsgestaltung. Die Entwicklung eines Geschäftsmodells ist Gegenstand der HLB-Planung. Auf Basis eines Geschäftskonzepts, welches mehrere Ausprägungen des HLB beinhalten kann, erfolgt die Entwicklung des Geschäftsmodells. Die Ausarbeitung des Geschäftskonzepts beinhaltet die detaillierte Beschreibung, wie Nutzen für die verschiedenen Akteure (Kunde, HLB-Anbieter und Partnerunternehmen) generiert werden kann. Zudem wird die Wertschöpfungsarchitektur detailliert. Anschließend werden im HLB-Geschäftsmodell die materiellen und immateriellen Anteile des HLB kundenspezifisch und integriert geplant und entwickelt [Meie12]. Eine detaillierte Beschreibung des Planungsvorgehens bietet MÜLLER [Müll13]. Die sogenannte HLB-Layer-Methode besteht aus neun Schichten, die durch optionale Schichten ergänzt werden können. Die neun Layer setzen sich zusammen aus *(Kunden-) Bedürfnisse*, *(Kunden-) Nutzen*, *Arbeitsergebnisse*, *Lebenszyklusaktivitäten*, *Akteure*, *Kernprodukte*, *Peripherie*, *Verträge und Finanzierung*. Eine detaillierte Anwendung der HLB-Layer-Methode findet sich unter anderem in MÜLLER et al. [Müll09] und SAKAO et al. [Saka11]. In einem Workshop mit vier bis fünf Teilnehmern werden die einzelnen Layer Schritt für Schritt diskutiert und befüllt. Anschließend können die Ergebnisse softwaregestützt dokumentiert werden [Müll13].

### 2.5.3 PSS-Planungsansatz nach CARREIRA et al.

CARREIRA et al. entwickelten einen Planungsansatz für PSS mit Hilfe des aus Japan stammenden *Kansei Engineering*. Charakteristisch für Kansei Engineering ist die Orientierung an Kundenbedürfnissen bei der Entwicklung neuer Sach- und Serviceprodukte. Dabei werden interdisziplinäre Teams aus verschiedenen Abteilungen gebildet und im Verlauf der Planung der Kunde und Partnerunternehmen mit eingebunden. Kansei Engineering besteht aus den folgenden fünf Schritten [Carr13]:

- **Wahl des Einsatzgebiets:** Im ersten Schritt definiert ein Expertenteam des PSS-Anbieters die Systemgrenzen des Planungsprojekts. Es findet eine Recherche sowohl hinsichtlich bereits etablierter als auch neuer Konzepte statt, die in der Domäne des Planungsproblems existieren [Roy09]. Als Quellen dienen Zeitschriften, Rezensionen und auch Kundenvorstellungen.
- **Semantische Beschreibung:** In diesem Schritt werden vom Expertenteam mögliche Emotionen aus Sicht des Kunden, die mit dem Planungsgegenstand einhergehen, auf Karten festgehalten. Diese werden anschließend mit bestehenden Lösungen und generierten Ideen verknüpft. Dieser Prozess erfolgt nicht systematisch und ohne die Integration von Kunden oder Partnerunternehmen. Dies führt dazu, dass nur die generierten Lösungsideen des Expertenteams weiterverfolgt werden.
- **Beschreibung der Eigenschaften:** In diesem Schritt werden bestehende Eigenschaften, innovative Eigenschaften sowie das Unternehmensimage beeinflussende Eigenschaften gesammelt. Zur Generierung neuer Lösungen werden anschließend unterschiedliche Eigenschaften ausgewählt, wobei der Schwerpunkt auf innovativen Eigenschaften liegen sollte.
- **Synthese:** Die gewählten Eigenschaften werden in diesem Schritt mit den Wörtern der semantischen Beschreibung verknüpft. Ziel ist es dabei zu identifizieren, welche Eigenschaft welche Emotion auslöst.

- **Validierung:** Zur Validierung werden dem Kunden verschiedene Kombinationen relevanter Produkt- oder Serviceeigenschaften gezeigt. Dabei wird die Reaktion des Kunden analysiert und die beste Kombination auf Basis dieser Kundenrückmeldungen gewählt. Es besteht die Möglichkeit, bei negativer Rückmeldung den Syntheseschritt erneut durchzuführen.

CARREIRA et al. kritisieren die nicht vorhandene Systematik innerhalb einzelner Schritte des Kansei Engineering. Zudem fehlt dem traditionellen Ansatz der Einbezug des Kunden und der Wertschöpfungspartner, z. B. bei der Ideengenerierung. Aus diesem Grund ist es aus Sicht der Autoren nicht möglich, mit dem traditionellen Kansei Engineering der PSS-Definition ausreichend Rechnung zu tragen. Eine Erweiterung ergänzt folgende Schritte und ermöglicht die PSS-Planung und Entwicklung [Carr13]:

- **Studie der Kundenerfahrung:** Dieser Schritt wird dem traditionellen Kansei Engineering vorgeschaltet. Zur Erfassung des bisherigen Kundenerlebnisses werden Interviews und Beobachtungen eingesetzt. Ein systematischer Interviewleitfaden bietet offene Fragen, um die bisherige Kundenerfahrung ganzheitlich zu erfassen. Die Ergebnisse des Interviews werden mittels Inhaltsanalyse bewertet. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird ein Fragebogen entwickelt, mit dessen Hilfe die Kunden die emotionalen Anforderungen bewerten sollen. Aus den Ergebnissen werden die wichtigsten emotionalen Anforderungen extrahiert.
- **Unternehmensübergreifendes Expertenteam:** Es werden innerhalb der einzelnen Schritte nicht nur Experten des PSS-Anbieters in die inhaltliche Erarbeitung mit einbezogen, sondern auch Partner des eWN. Diese bilden ein multidisziplinäres Team, welches in der Lage ist, innerhalb des Prozesses alle PSS-Elemente zu adressieren.

### 2.5.4 PSS-Planungsansatz nach KIM und YOON

In diesem Planungsansatz wird die Methode des erfinderischen Problemlösens *TRIZ* nach Genrich Altshuller eingesetzt. Die Methode legt zu Grunde, dass allgemeine Prinzipien des Problemlösens Basis kreativer Innovationen sind. Der TRIZ-Prozess wird in drei Schritten durchgeführt: Problemdefinition, Problemlösung und Evaluation. Für jeden Schritt stehen mehrere Techniken zur Verfügung. Die Methode nutzt als zentrale Technik die Widerspruchsmatrix. Sie enthält Widersprüche technischer und physikalischer Natur. Die Matrix entstand aus einer Patentanalyse, die hervorbrachte, dass Probleme aus verschiedenen Bereichen ähnlich gelöst wurden. Die Probleme basieren dabei auf einem Widerspruch und jeder Widerspruch lässt sich durch ein verallgemeinertes Prinzip lösen [Kim12]. KIM und YOON passten die Widerspruchsmatrix PSS-spezifisch an, um dadurch eine PSS-Konzeptentwicklung zu ermöglichen. Der dahinterliegende Prozess nutzt zudem die Methode des Quality Function Deployment (QFD) (ähnlich zu FUCHS) zur strukturierten Aufnahme von Kundenanforderungen und Transformation dieser in entsprechende Produkte [Tukk06]. Die nachfolgende Abbildung 2-12 zeigt den Ablauf des Planungsansatzes. Die genutzten Techniken und die entstehenden Ergebnisse werden im Zusammenhang dargestellt.

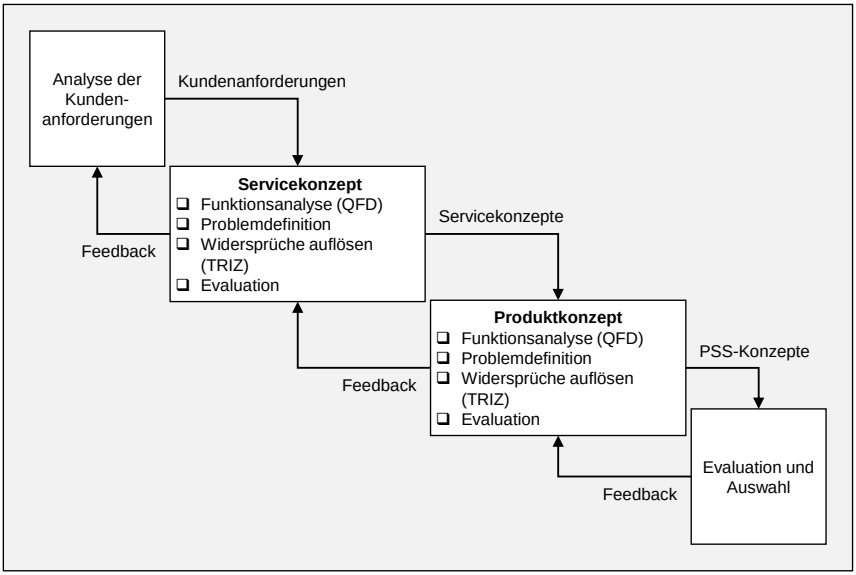



Abbildung 2-12: PSS-Planungsansatz unter Einsatz von QFD und TRIZ [Kim12]

### 2.5.5 Planungsansatz für funktionale Produkte nach ALONSO-RASGADO und THOMPSON

In diesem Planungsansatz werden PSS als funktionale Produkte bzw. als Total Care Products bezeichnet [Alon04]. Nach ALONSO-RASGADO und THOMPSON bestehen funktionale Produkte aus Hardware, Serviceprodukten und einem Service-Support-System [Alon06]. Das Service-Support-System ermöglicht das Zusammenspiel zwischen der Hardware und den Services und kann in etwa mit der unterstützenden Infrastruktur nach MONT [Mont04b] gleichgesetzt werden. Der Planungsansatz kann vom Kunden und vom Anbieter initiiert werden und ist iterativ gestaltet. Er umfasst die folgenden fünf Schritte [Alon06]:

- **Geschäftsziele des Kunden:** Zu Beginn leiten Kunde und Anbieter die Anforderungen an das funktionale Produkt aus den Bedürfnissen des Kunden ab. Im Anschluss werden Ideen entsprechend der Anforderungen generiert. Dabei muss die Ausprägung des funktionalen Produkts berücksichtig werden. Dies kann zwischen der alleinigen Bereitstellung von Services bis hin zur Bereitstellung von Hardware, Service und Service-Support-System variieren.
- **Potenzielle Lösungen:** Die im ersten Schritt entstandenen Ideen werden vom Anbieter detailliert ausgearbeitet und dem Kunden präsentiert. Gemeinsam werden Vor- und Nachteile der Ideen im Hinblick auf die Anforderungen eruiert.
- **Kern des funktionalen Produkts und weitere Optionen:** Aus den potenziellen Lösungen wird jene Lösung als Kern des funktionalen Produkts ausgewählt, welche die Kundenanforderungen bestmöglich erfüllt. Aus den Ideen werden optionale Erweiterungen des Kerns

abgeleitet. Der Anbieter kann in diesem Schritt eine Kostenabschätzung der einzelnen Elemente und Optionen vornehmen. Gleichzeitig kann die Erstellung eines Kooperationsvertrags initiiert werden.

- **Erweiterte Definition des funktionalen Produkts:** In diesem Schritt werden die Kernelemente des funktionalen Produkts auf technischer Ebene detailliert ausgearbeitet (Zeichnungen, Service-Blueprint, etc.). Daran anschließend kann eine genauere Kostenaufschlüsselung für den Kunden erfolgen. Durch Analysen und Simulationen kann der Anbieter ausfallkritische Elemente des funktionalen Produkts offenlegen. Mögliche Gegenmaßnahmen sind im Hinblick auf ein adäquates Risikomanagement zu definieren.
- **Risikoanalyse:** Eine detaillierte Risikoanalyse der gewählten Ausprägung des funktionalen Produkts ist Gegenstand dieses Schrittes. Die Risikoanalyse wird dabei in zwei Bereiche unterteilt, Risiko des Anbieters und Risiko des Kunden. Risiken des Anbieters beziehen sich auf das Nutzenversprechen gegenüber dem Kunden, welches vertraglich festgehalten wird. An dieser Stelle wird eine Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse durchgeführt. Der Kunde muss unter anderem analysieren, ob der Anbieter die entsprechende Leistung auch in dem vertraglich festgehaltenen Umfang dauerhaft bereitstellen kann, welche Strafen aus der Nichteinhaltung resultieren würden und ob zukünftig weitere Anbieter eine günstigere und qualitativ bessere Leistung anbieten können.
- **Validierung des Business Case und Evaluation von Alternativen:** In diesem Schritt wird das Wertschöpfungsnetzwerk mit den jeweiligen In- und Outputs modelliert. Dabei werden die Auswirkungen verschiedener Abweichungen in der Bereitstellung von Material oder der Serviceerbringung in Bezug auf die monetäre Gestaltung des funktionalen Produkts analysiert.
- **Vertragsgestaltung:** Die Vertragsgestaltung beinhaltet den Umfang des funktionalen Produkts, Verpflichtungen und Aufgaben der Vertragsparteien, den entstehenden Nutzen, Preisgestaltung, Dauer und Laufzeit des Vertrags, Leistungsüberwachung sowie Ausschlusskriterien.

Die Planung des funktionalen Produkts wird softwaretechnisch durch ein Berechnungsprogramm unterstützt [Alon06]. Ein Vorgehen zur anschließenden Entwicklung des geplanten funktionalen Produkts findet sich bei LINDSTRÖM et al. [Lind12].

### 2.5.6 Service-orientierte PSS-Entwicklung nach KIM et al.

Der Ansatz verfolgt die serviceorientierte Entwicklung von PSS. Dieser Ansatz ist ein Beispiel dafür, dass Planung und Entwicklung oft nicht voneinander abgegrenzt werden oder abgrenzbar sind und auch iterative Vorgehen und Prototyping-Vorgehen nicht unbedingt in Reinform existieren müssen. Die Entwicklung geschieht in vier Schritten, strategische Planung, Ideengenerierung, Service Design und Produktentwicklung. Der Ansatz wird durch einen Serviceanbieter initiiert. Im ersten Schritt findet eine Situationsanalyse statt, die Ziele werden formuliert, das verantwortliche Team aufgestellt und die notwendigen Partner ausgewählt. Anschließend erfolgt die Analyse der Kundenbedürfnisse und aus diesen die Ableitung möglicher Funktionen sowie deren Priorisierung und Auswahl. Für die gewählten Funktionen werden in einem iterativen Prozess Servicefeatures entwickelt und das Produkt entwickelt, getestet, modifiziert und letztendlich hergestellt. Für die einzelnen Schritte werden diverse Werkzeuge, unter anderem

auch Quality Function Deployment (QFD) eingesetzt [Kim15]. Die nachfolgende Abbildung 2-13 zeigt den Planungsansatz nach KIM et al.

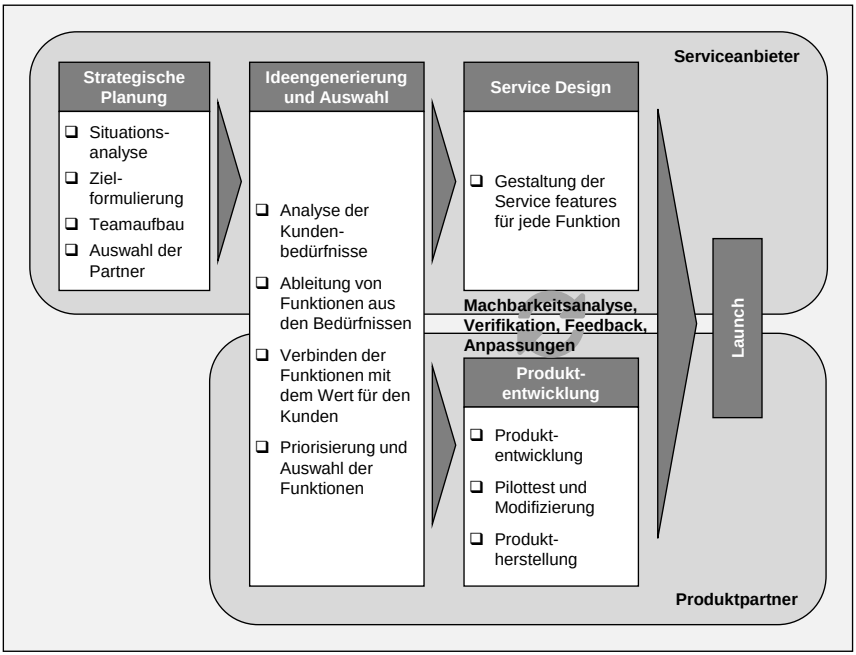



Abbildung 2-13: Service-orientierte PSS-Entwicklung nach KIM et al. [Kim15]

### 2.5.7 PSS-Planung in der Methode zur PSS-Entwicklung nach MARQUES et al.

Diese Methode adressiert die PSS-Entwicklung in vier Phasen, die organisatorische Vorbereitungsphase, die Planung, die Entwicklung und die Nachbereitung. Dabei wird zwischen Produktentwicklung, Serviceentwicklung und der Definition des Geschäftsmodells unterschieden [Marq13]. Gemäß der PSS-Planung nach FUCHS würde die Tätigkeit der Konzeptentwicklung zur Planung dazugehören [Fuch07], was bei MARQUES et al. nicht der Fall ist. Die PSS-Planung würde nach hiesiger Definition die Identifikation von Bedürfnissen und Ideen innerhalb der Produkt- und Serviceentwicklung, die Erhebung der Kundenanforderungen zur Produktentwicklung und die Machbarkeitsanalyse zur Serviceentwicklung beinhalten [Marq13]. Die PSS-Planung kann sowohl vom PSS-Anbieter als auch vom Kunden initiiert werden. Die Identifikation von Bedürfnissen wird durch Marktstudien oder direkte Befragung der Kunden realisiert werden. Zudem wird das Umfeld in Bezug auf Kunden, Lieferanten, Wettbewerber und ähnliche Produkte analysiert. Im Anschluss werden Ideen generiert und hinsichtlich der Kundenanforderungen evaluiert. Aus den gewählten Ideen werden Anforderungen abgeleitet und zudem neue Geschäftsmodelle entwickelt. Die nachfolgende Abbildung 2-14 zeigt die PSS-Planung eingebettet in das Vorgehen zur PSS-Entwicklung nach MARQUES et al.

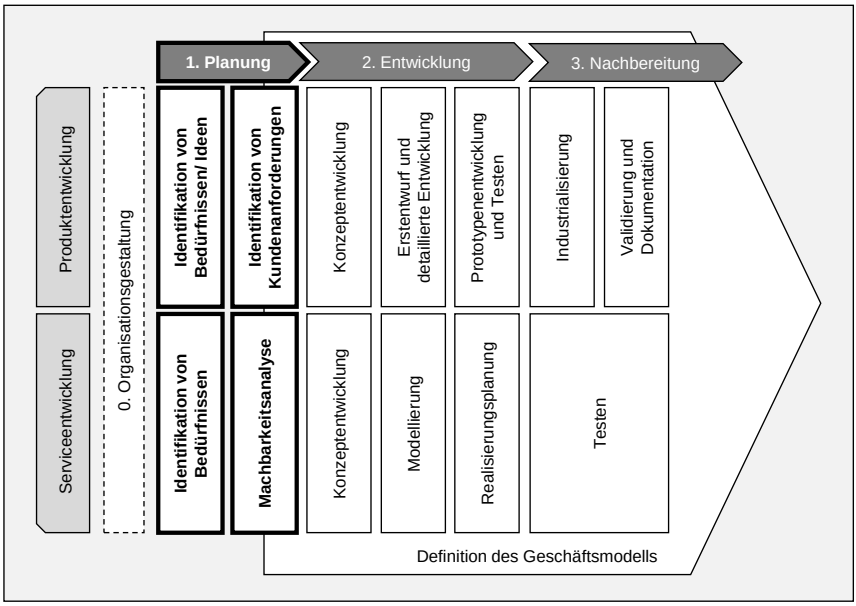



Abbildung 2-14: PSS-Planung im Entwicklungsvorgehen nach MARQUES et al. [Marq13]

### 2.5.8 Ansatz zur Planung und Entwicklung nachhaltiger PSS nach LUITEN et al.

Die *Kathalys-Methode* nach LUITEN et al. beinhaltet fünf Projektschritte (Zukunftsbild, Systemgestaltung, PSS-Spezifikation, Detaillierung und Test, Implementierung), in denen simultan fünf Themenfelder (PSS, Nachhaltigkeit, Organisation, Nutzer, ökonomische Machbarkeit) bearbeitet werden [Luit01]. Die Projektschritte werden nachfolgend erläutert:

- **Zukunftsbild:** In diesem Projektschritt werden Umweltinformationen mit Bedürfnissen, Trends und technologischen Potenzialen verknüpft. Daraus ergibt sich ein Zukunftsbild. Aus diesem Zukunftsbild werden Szenarien abgeleitet, um verschiedene Möglichkeiten zu ergründen und nachhaltige Ideen zu generieren. Ergebnis dieses Projektschritts sind eine oder mehrere nachhaltige PSS-Ideen.
- **Systemgestaltung:** In diesem Schritt werden die resultierenden PSS-Ideen weiter detailliert. Dazu werden notwendige Partnerschaften aufgebaut und die Formen der Zusammenarbeit definiert. Ergebnis dieses Schrittes ist ein Projektplan, der von allen Beteiligten unterstützt wird.
- **PSS-Spezifikation:** In diesem Schritt werden die notwendigen Sach- und Serviceprodukte entwickelt. Aus diesem Schritt resultieren Prototypen in Form von Mock-ups und konzeptionellen Lösungen von Sach- und Serviceprodukten.
- **Detaillierung und Test:** Auf Basis einer längeren Testphase werden Kundennutzen und die ökologischen Auswirkungen der Lösung evaluiert.
- **Implementierung:** In diesem Schritt findet die Entwicklung der notwendigen PSS-Elemente statt. Die Autoren erläutern hierbei, dass sich die PSS-Entwicklung nicht von der alleinigen Produktentwicklung bzw. Serviceentwicklung unterscheidet.

### 2.5.9 PSS-Planungsansatz des Sonderforschungsbereichs 768

In diesem Ansatz repräsentiert die PSS-Planung die erste Phase eines PSS-Lebenszyklus [Mose15]. Zu Beginn der hier vorgestellten PSS-Planung müssen Änderungen in bestehenden Prozessen hinsichtlich eines integrierten Vorgehens zur Produkt- und Serviceentwicklung beim Anbieter vorgenommen werden. Anschließend müssen die Kundenanforderungen analysiert und weiter Umweltinformationen gesammelt werden, um einen Business Case zu erstellen. Darauf aufbauend werden im nächsten Schritt Serviceideen generiert und dazugehörige Produktlösungen recherchiert bzw. neue Produktlösungen generiert. Die Ideen werden priorisiert und anschließend eine Idee zur Umsetzung ausgewählt. Die PSS-Idee aus der Planungsphase stellt dabei alle Anforderungen zur anschließenden PSS-Entwicklung [Mose15]. Die Arbeiten von MOSER et al. basieren auf den Ausführungen von HEPPERLE [Hepp13]. HEPPERLE adressiert die Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel und eine damit einhergehende Transparenz planungsrelevanter Systemzusammenhänge. Er führt hauptsächlich die zeitliche Planung mittels verschiedener Roadmapping-Vorgehen aus und erläutert die Verknüpfung von gesammelten Informationen und gewünschten Funktionen des Leistungsbündels [Hepp13]. Die Ausführungen nach VOGEL-HEUSER et al. erläutern die Kompatibilitätsanalyse von Lösungselementen, um dem Kunden zur richtigen Zeit das richtige PSS anbieten zu können [Voge14a]. Es werden multiple Zukunftsszenarien aufgezeigt, für die unterschiedliche PSS-Lösungen existieren. Hier findet jedoch keine Ideengenerierung hinsichtlich neuer PSS oder neuer PSS-Elemente statt.

### 2.5.10 PSS-Innovation nach VAN HALEN et al.

Die Methode zur PSS-Innovation *MEPSS* ist eine detailliert beschriebene und anhand mehrerer Fallstudien validierte Methode. Diese kann vollumfänglich oder auch nur modular in Unternehmen eingesetzt werden. Die Methode besteht aus den folgenden fünf Phasen, wobei die ersten drei Phasen die PSS-Planung repräsentieren [vanH05]:

- **Strategische Analyse:** Verständnis des ursprünglichen Systems.
- **Erkundung von Möglichkeiten:** Generierung von Ideen durch die Entwicklung verschiedener PSS-Szenarien und Orientierung des Prozesses an nachhaltiger Entwicklung.
- **PSS-Ideenentwicklung:** Wie können die Möglichkeiten erfolgreich nutzbar gemacht werden?
- **PSS-Entwicklung:** Identifikation der erfolgreichsten Entwicklungsparameter.
- **Vorbereitung zur Implementierung:** Identifikation von Steuerungsinstrumenten, Steuerung des Systemverhaltens.

Diese werden sehr ausführlich von den Autoren ausgestaltet, jeweils mit Zielen, Vorgehensweise, Input, Output, involvierte Rollen, Techniken und Ergebnissen. Die Phasen bestehen wiederum aus einzelnen Schritten und diese aus einzelnen Prozessen. Die Ergebnisse der jeweiligen Phasen werden durch das Erreichen eines Entscheidungsknotens dem Management präsentiert. Dieses überprüft die Ergebnisse hinsichtlich dreier Qualitätsmerkmale: Qualität der Durchführung, Geschäftslogik und Qualität des Aktionsplans. Das Management entscheidet hinsichtlich des Übergangs zur nächsten Phase durch eine Go-/No-Go-Entscheidung. Auch bei einer No-Go-Entscheidung ist dies gemäß den Autoren nicht als Scheitern zu interpretieren, sondern als normale Erscheinung eines iterativen Innovationsprozesses. Die nachfolgende Abbildung 2-15 zeigt die MEPSS-Phasen und die zugehörigen Schritte.

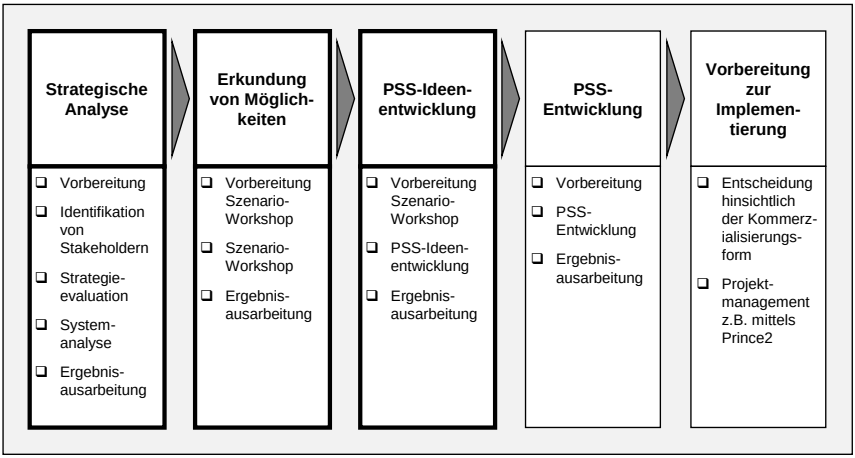



Abbildung 2-15: MEPSS-Phasen und zugehörige Schritte [vanH05]

### 2.5.11 PSS-Gestaltung mittels Design Thinking und Business Analytics nach OST SCHERER et al.

In diesem Ansatz wird die PSS-Planung und -Entwicklung unter Einsatz der Agilen Methode Design Thinking (DT) sowie durch Business Analytics unterstützt [Sche16]. Die Autoren verweisen auf eine bestehende Forschungslücke hinsichtlich des Innovationsaspektes innerhalb der PSS-Literatur. Das Auffinden neuer Wege, um Wert für den Kunden generieren zu können, wird nach OST SCHERER et al. nur unzureichend in bisherigen Ansätzen adressiert. Durch die Nutzung des menschzentrierten und systematischen Problemlösungsansatz des DT und unter Nutzung von Business Analytics unterstützten die Autoren die Ideenfindung und tragen digitalen Lösungen Rechnung. Das Vorgehen ist unterteilt in fünf Phasen; *Inspiration*, *Ideation*, *Prozess-Prototyping*, *Prozessvalidierung* sowie *Umsetzung des Angebots und Lernen*. In jeder Phase werden unterschiedliche Aufgaben erfüllt. Durch die immer weiter fortschreitende Digitalisierung ist es möglich, verschiedene Daten über Kunden, Leistungskennzahlen bestehender Lösungen etc. zu erheben und zu sammeln. Diese Daten können zur Unterstützung der Ideation-Phase genutzt werden. Herauszustellen ist bei diesem Ansatz, dass sowohl der Kunde als auch der PSS-Anbieter in die Gestaltung einbezogen werden. Zudem können Informationen aus der Gesellschaft, von Universitäten, der Politik und anderen Unternehmen in die PSS-Gestaltung im Sinne eines co-creation-Gedankens einfließen. Der agile Charakter von DT wird allerdings nicht adressiert und somit bleibt unklar, ob DT nur hinsichtlich der Ideengenerierung Vorteile bietet oder auch bei sich schnell ändernden Gegebenheiten sinnvoll eingesetzt werden kann. Zudem wurde der Ansatz entsprechend den Autorenangaben nicht ausreichend validiert.

### 2.5.12 Agile Entwicklung von PSS nach ASMAR et al.

Das Rahmenwerk zur Agilen Entwicklung von PSS nach ASMAR et al. nutzt Methoden aus der klassischen Produktentwicklung und sowie Agile Methoden und wurde für die Entwicklung von Systemen zur physischen Rehabilitation von Patienten entwickelt [Asma18]. Die Autoren unterstreichen jedoch, dass das Rahmenwerk auch auf andere Branchen mit komplexen Produkten übertragen werden kann. Der zu Grunde liegende Prozess ist in vier Schritte unterteilt.

Im ersten Schritt *Plan* wird durch den Einsatz einer Value Proposition Canvas, eines User Story Mapping sowie einer Business Model Canvas Anforderungen an ein mögliches neues PSS erarbeitet. Das daraus entstehende Produkt-Service-Konzept bildet die Grundlage für den nächsten Schritt. Im zweiten Schritt *Build* wird das PSS als sogenanntes Minimal Viable Product (MVP) bzw. funktionaler Prototyp implementiert. Es findet je nach PSS-Element eine mechanische, elektronische Implementierung, eine Software und eine Implementierung des Geschäftsmodells statt. Hierbei kommen Werkzeuge wie CAD und Matlab/Simulink zum Einsatz. Weiterhin werden Verkaufskanäle sowie entsprechende Werbemaßnahmen konzipiert. Ziel dieses Schrittes ist der schnelle Test des PSS bei den entsprechenden Zielkunden. Der dritte Schritt *Measure* umfasst den Test des Prototyps als realisiertes Marktangebot. Hierbei werden Kundenanforderungen auf unterschiedlichen Wegen erfasst und anhand von Leistungsindikatoren messbar gemacht. Die Autoren nutzen zur Erfassung der Kundenrückmeldung verschiedene Experimente (Interviews, Beobachtungen, etc.), Verkaufskennzahlen (Verkaufssimulationen, Vorverkäufe, etc.) sowie Seitenaufrufe, Werbetracking, etc. Auf Basis der erhaltenen Kundenrückmeldungen wird der vierte Schritt *Learn* initiiert. Innerhalb dieses Schrittes werden Änderungen am technischen System oder dem Geschäftsmodell entsprechend den Rückmeldungen durchgeführt, um die Kundenanforderungen zu erfüllen.

### 2.5.13 Vorgehen zur agilen Gestaltung smarter PSS nach WIESNER et al.

Auch WIESNER at al. nutzen Agile Methoden für die Planung und Entwicklung von PSS [Wies19]. Insbesondere soll damit den dynamischen Veränderungen während des Gestaltungsprozesses Rechnung getragen werden. Für das Vorgehen nutzen die Autoren die Agilen Methoden Scrum und DT. Begründet wird der Einsatz von Scrum durch die bereits weitläufige Nutzung des Rahmenwerks in der frühen Phase der Produktentwicklung, was nicht zuletzt auf den Detailgrad von Scrum zurückzuführen ist. Jedoch fehlt dem Scrum-Rahmenwerk die Möglichkeit der methodischen Entwicklung einer Produktvision. Aus diesem Grund kombinieren WIESNER et al. Scrum und DT für ein Vorgehen in sechs Schritten. Die sechs Schritte entsprechen dem Vorgehensmodell des DT: *Verstehen*, *Beobachten*, *Synthetisieren*, *Ideenfindung*, *Entwicklung von Prototypen* und *Testen*. Im Schritt *Entwicklung von Prototypen* wird das Scrum-Rahmenwerk integriert. Mit einem Anwendungsfalls aus der Automobilindustrie konnte jedoch nur der Einsatz von Scrum in der Prototypenphase validiert werden. Eine vollständige Validierung des Vorgehensmodells steht entsprechend den Autorenaussagen aus.

## 2.6 Qualitative Bewertung der PSS-Planungsansätze anhand der definierten Anforderungen

In diesem Kapitel werden die vorgestellten Ansätze zur Planung von PSS genauer analysiert. Grundlage dafür bilden die Anforderungen aus Kapitel 2.4. Die Ansätze werden am Kapitelende tabellarisch einander gegenübergestellt.

**Anforderung 1: Die PSS-Planung muss alle Elemente aus der PSS-Definition berücksichtigen**

Im Ansatz nach FUCHS werden bei der Ideengenerierung lediglich Serviceproduktideen beachtet. Veränderungen am Sachprodukt oder neue Sachprodukte werden nicht adressiert. Eine Berücksichtigung von unterstützender Infrastruktur zur Realisierung des PSS findet in Ansätzen im Schritt der Vernetzungsanalyse statt. Eine Berücksichtigung eines erweiterten Wertschöpfungsnetzwerks als Planungsgegenstand findet nicht statt. Das PSS-Verständnis im Ansatz des

Sonderforschungsbereichs/Transregio 29 beinhaltet materielle und immaterielle Komponenten, die technische Peripherie sowie ein für die Realisierung beteiligtes Netzwerk an Akteuren. Somit erfüllt dieser Ansatz diese Anforderung in Gänze. CARREIRA et al. postulieren, dass Sach- und Serviceprodukte normalerweise von verschiedenen Unternehmen bereitgestellt werden. Der Ansatz ergänzt das traditionelle Kansei Engineering, um ein interdisziplinäres, unternehmensübergreifendes Expertenteam, welches in der Lage ist, alle zugehörigen Elemente des PSS in die Planung miteinzubeziehen. Der Ansatz verharrt allerdings bei der Auswahl der am besten bewerteten Sach- und Serviceprodukte und berücksichtig keine Infrastrukturaspekte zur Realisierung des PSS. Im Ansatz nach KIM und YOON werden Servicekonzepte und Sachproduktkonzepte betrachtet, die kombiniert im PSS-Konzept resultieren. Die Infrastruktur wird implizit über die Analyse und Bewertung traditioneller und neuer Sach- und Serviceprodukte und deren gegenseitige Abhängigkeit berücksichtigt. Weitere Unternehmen zur Realisierung des PSS-Konzepts werden in der Planung nicht berücksichtigt. Der Ansatz nach ALONSO-RASGADO et al. berücksichtigt sowohl Sachprodukte (Hardware) als auch Serviceprodukte, die über ein Service-Support-System (Infrastruktur) bereitgestellt werden können. In den späteren Phasen der Planung werden auch notwendige Wertschöpfungspartner als Planungsgegenstand berücksichtigt. Somit erfüllt auch dieser Ansatz die Anforderung in Gänze. Der weiterer Planungsansatz nach KIM et al. berücksichtigt sowohl Sachproduktanteile als auch Serviceproduktanteile, den Serviceanbieter und den Sachprodukthersteller als Netzwerk von Akteuren sowie die technische Infrastruktur. Auch die Planungsphase im Ansatz nach MARQUES et al. berücksichtigt alle Elemente, allerdings beinhaltet erst die Entwicklungsphase die PSS-Konzeptentwicklung. Hier verschwimmen die Inhalte der Planung und Entwicklung. Auch bei LUITEN et al. sind die Inhalte der PSS-Planung und -Entwicklung nicht klar voneinander zu trennen. Dennoch beinhaltet der Ansatz alle notwendigen PSS-Elemente. Der Planungsansatz des Sonderforschungsbereichs 768 berücksichtigt sowohl Sachprodukte als auch Serviceprodukte. Ob die technische Infrastruktur zur Realisierung des PSS mitbetrachtet wird, bleibt intransparent. Zudem werden keine weiteren Akteure berücksichtigt. Der Ansatz der PSS-Innovation nach VAN HALEN et al. berücksichtigt alle notwendigen PSS-Elemente. Der Planungsansatz nach OST SCHERER et al. baut auf der PSS-Definition nach MONT auf und bezieht somit ebenfalls die notwendigen PSS-Elemente mit ein. Eine exakte Definition der PSS-Elemente existiert bei ASMAR et al. nicht. Dennoch resultiert aus den Schritten des Vorgehens, dass sowohl Sachprodukte als auch Serviceprodukte, Stakeholder und Infrastruktur Planungsinhalte sind. WIESNER et al. fokussieren in ihrem Ansatz smarte PSS, die aus materiellen und immateriellen Ressourcen bestehen, mit der Umgebung durch Informations- und Kommunikationstechnologien interagieren und weitläufigen dynamischen Änderungen unterliegen. Zwar werden Änderungen bei der Zusammensetzung von Stakeholdern innerhalb der PSS-Definition adressiert, innerhalb des Planungsprozesses allerdings nicht berücksichtigt.

**Anforderung 2: Die PSS-Planung muss sowohl interne als auch externe Akteure prozessual einbinden**

Die Erfüllung dieser Anforderung stellt nicht nur die Berücksichtigung der Partner als Planungsgegenstand dar, sondern deren aktive Einbindung in den PSS-Planungsprozess. Die HLB-Layer-Methode kann von einem einzelnen Entwickler oder von Kleingruppen durchgeführt werden. Es wird nicht explizit genannt, ob die Partner des eWN Teil der Kleingruppen sein können. CARREIRA et al. beziehen mit dem unternehmensübergreifenden Expertenteam die Partner des eWN explizit mit ein. Im Planungsansatz nach KIM et al. sind der Serviceanbieter

und der Produkthersteller zwei kooperierende Partner. Weitere Partner werden nicht mit einbezogen, sodass die Anforderung nur in Ansätzen erfüllt ist. Auch MARQUES et al. bauen zwar auf dem Input der Partner des eWN auf, im weiteren Prozess werden diese allerdings nicht mehr betrachtet. Die Kathalys-Methode integriert ebenfalls mehrere Akteure nach deren Identifikation in den Prozess. Die MEPSS-Methode nach VAN HALEN et al. baut auf einem Kernteam zur Durchführung der Methode auf, integriert verschiedene Stakeholder zudem an diversen Stellen im Vorgehen. OST SCHERER et al. lassen Informationen aus dem Umfeld (Gesellschaft, Universitäten, Regierung, Unternehmen) in die Inspirationsphase mit einfließen und streben eine gemeinsame Ideenfindung mit externen Akteuren an. Der Ansatz nach WIESNER et al. stellt zwar die Arbeit in kleinen effizienten Teams heraus, klärt allerdings nicht genauer, wie sich die Teams entsprechend zusammensetzen. Alle weiteren beschriebenen Ansätze zeigen keine ersichtliche Integration der eWN-Partner.

**Anforderung 3: Die PSS-Planung muss sich sowohl aus marktgetriebener als auch technologiegetriebener Sicht initiieren lassen**

Die PSS-Planung nach FUCHS kann intern oder extern initiiert werden. Der dahinterliegende Prozess zeigt allerdings keine Unterscheidung der beiden Fälle, sodass das gleiche Vorgehen durchlaufen wird. Nach MEIER und UHLMANN wird der Ansatz des Sonderforschungsbereichs/Transregio 29 explizit vom Kunden initiiert. Auch die Ausführungen nach MÜLLER zeigen, dass die Layer-Methode mit der Aufnahme der Kundenanforderungen beginnt. Eine technologiegetriebene Initiierung wird nicht betrachtet. Der Planungsansatz von CARREIRA et al. startet mit einer Analyse der bisherigen Kundenerfahrungen mit Hilfe von Interviews und Befragungen. Eine technologiegetriebene Initiierung des Ansatzes liegt nicht vor. Der Ansatz nach KIM und YOON beginnt mit der Sammlung von Informationen über den Kunden hinsichtlich bestehender Beschwerden, Wünsche und bereits bezogenen PSS. Auch hier wird somit nur die marktgetriebene Induktion berücksichtigt. Der Ansatz nach ALONSO-RASGADO et al. folgt dem gleichen Schema. Hier kann allerdings die Planung durch den Kunden oder den PSS-Anbieter initiiert werden. Der Prozess unterscheidet sich jedoch dahingehend nicht. Bei KIM et al. wird vom Serviceanbieter festgelegt, was entwickelt wird und darauf aufbauend eine strategische Analyse hinsichtlich Marktsituation, Kompetenzen und Wettbewerber durchgeführt. Neue Technologien werden nicht als Auslöser des Planungsansatzes betrachtet. Auch MARQUES et al. betrachten diesen Aspekt nicht. LUITEN et al. betrachten innerhalb der ersten Phasen sowohl Kundenbedürfnisse als auch Technologien und Trends, der Ansatz durchläuft dabei allerdings ähnlich zu FUCHS den gleichen Prozess. Der Ansatz des Sonderforschungsbereichs 768 gibt keinen Aufschluss über unterschiedliche Möglichkeiten zur Initiierung der Planungsphase. VAN HALEN et al. initiieren zu Beginn der MEPSS ein PSS-Innovationsprojekt. Angaben zur Begründung der Initiierung und eine prozessuale Unterscheidung existiert nicht. Die drei Ansätze nach OST SCHERER et al., ASMAR et al. und WIESNER et al. sind rein marktgetrieben, vernachlässigen somit eine mögliche technologiegetriebene Initiierung.

**Anforderung 4: Integration des Kunden in den Planungsprozess**

In der PSS-Planung nach FUCHS werden Anforderungen, Ziele und Prozess aus Kundensicht aufgenommen und genutzt. Allerdings ist der Kunde an sich kein Akteur im Planungsprozess. Das PSS wird lediglich durch Mitarbeiter des PSS-Anbieters geplant. Dadurch können wichtige Informationen fehlen oder verloren gehen. Auch die Layer-Methode sowie der Ansatz nach KIM und YOON integrieren den Kunden nur durch die Aufnahme der Kundenanforderungen. In der Validierung des Ansatzes nach CARREIRA et al. werden die Kunden mit eingebunden. Auch

die Ansätze von ALONSO-RASGADO et al., KIM et al., MARQUES et al. und LUITEN et al. integrieren den Kunden aktiv in den Planungsprozess. Der Planungsansatz des Sonderforschungsbereichs 768 verharrt bei der Integration des Kunden bei der Aufnahme der Kundenanforderungen, zeigt aber keine weitere Integration innerhalb des Prozesses. Auch VAN HALEN et al. binden den Kunden an mehreren Stellen im Prozess mit ein. Der Kunde wird mehrfach beobachtet und interviewt. Dennoch entscheidet die Managementebene des PSS-Anbieters innerhalb der Entscheidungsknoten über die Fortführung des Prozesses. Kundenfeedback zu den einzelnen Teilergebnissen wird nicht erhoben. Die beiden Ansätze nach OST SCHERER et al. und WIESNER et al. nutzen die Agile Methode DT. Durch den Einsatz von DT wird der Kunde aktiv in den Planungsprozess eingebunden. Die Integration erfolgt zu Beginn der Planung und in der Testphase der entwickelten Prototypen. Im Ansatz nach ASMAR et al. wird der Kunde ebenfalls in die einzelnen Planungsschritte integriert. Auch wird der Kunde bei der Nutzung der entwickelten Prototypen beobachtet und Verbesserungspotenziale identifiziert.

**Anforderung 5: Die PSS-Planung muss auftretende Änderungen und dadurch induzierte Anpassungen berücksichtigen**

Der Ansatz nach FUCHS ist sequenziell aufgebaut und bietet keine Möglichkeiten, Änderungen während des Prozesses einfließend zu lassen, weder durch Rückmeldung des Kunden noch durch andere Stakeholder. Die Layer-Methode nach MÜLLER läuft iterativ ab. Änderungen können somit zwar in einer nächsten Iterationsschleife eingebracht werden, jedoch stammen diese Änderungen vom Planungsteam selbst. Änderungen durch den Kunden oder andere Stakeholder werden nicht berücksichtigt. Der Ansatz nach CARREIRA et al. beinhaltet eine Validierungsphase, in der die Ergebnisse vom Kunden getestet werden. Je nach Testergebnis müssen vorherige Phasen nochmal durchlaufen oder deren Ergebnisse angepasst werden. Das Feedback wird allerding nur in dieser Phase ermöglicht. KIM und YOON implementierten in ihrem Konzept nach jeder Phase eine mögliche Feedbackschleife. Evaluiert wird in diesem Ansatz nur durch den PSS-Anbieter, sodass Rückmeldungen durch den Kunden oder andere Stakeholder nicht mit eingebunden werden. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Kunden und PSS-Anbieter im iterativen Ansatz nach ALONSO-RASGADO et al. können Änderungen durch den Kunden optimal eingebracht werden. Weitere Stakeholder werden allerdings nicht betrachtet. Die Phasen des Service Designs und der Produktentwicklung nach KIM et al. laufen parallel ab. Die beiden am Prozess beteiligten Akteure sind der Serviceanbieter und der Produkthersteller. Rückmeldungen zu den jeweiligen PSS-Elementen ist auch nur durch die beiden Akteure und nur innerhalb dieser Phasen vorgegeben. MARQUES et al. evaluieren zum einen die PSS-Ideen, zum anderen verschiedene Lösungskonzepte in Bezug auf die Kundenanforderungen. Es sind jedoch keine Mechanismen vorhanden, um auf mögliche Änderungen im Planungsprozess reagieren zu können oder nach der Evaluation einen erneuten Durchlauf vorhergehender Phasen zu gewährleisten. Die Phasen nach LUITEN et al. sind sequenziell organisiert. Kunden können in der Testphase Rückmeldung geben. Weitere Feedbackschleifen sind nicht vorgesehen. Der Planungsansatz des Sonderforschungsbereichs 768 baut hinsichtlich dieses Aspekts auf den Arbeiten von MARQUES et al. auf. Daher kann die gleiche Bewertung angewendet werden. Der Ansatz nach VAN HALEN et al. ist nach dem Stage-Gate-Prozess nach COOPER aufgebaut [Coop08] und beinhaltet somit mehrere Entscheidungsknoten. Dabei wird die Managementebene zur Bewertung der Ergebnisse befragt und entscheidet über den weiteren Verlauf des Prozesses. Dem Kunden wird allerdings nur unzureichend die Möglichkeit eingeräumt, Rückmeldung zu den

Teilergebnissen zu geben. OST SCHERER et al. nutzen die Agile Methode DT. Der agile Charakter des Ansatzes resultiert durch die zyklische Gestaltung der Prozessphasen. Der Prozess endet mit der Angebotsimplementierung beim Kunden und der Identifikation von Verbesserungspotenzialen, die im Nachgang wieder Inhalte für einen erneuten Durchlauf des Prozesses bieten. Die Autoren geben jedoch keinen Hinweis darauf, ob und wie auf Änderungen zwischen den einzelnen Phasen reagiert wird. Ähnlich hierzu ist der Ansatz nach ASMAR et al. angelegt. Auch hier rührt die Agilität von der schnellen Entwicklung eines Prototyps, dessen Markteinführung und die daran angeschlossene Verbesserung durch die entstehenden Kundenrückmeldungen. Wie innerhalb des Prozesses auf Änderungen reagiert wird, wird nicht thematisiert. WIESNER et al. nutzen die beiden Agilen Methoden DT und Scrum und nutzen Scrum zur Entwicklung von Prototypen im DT-Prozess. Durch die schnelle Entwicklung der Prototypen kann auch hier mit anschließendem Test Änderungen in Form von Kundenfeedback eingeholt und das Vorgehen zur Verbesserung erneut durchlaufen werden. Änderungen während des Prozesses werden nicht berücksichtigt.

Die nachfolgende Abbildung 2-16 zeigt die qualitative Bewertung der Ansätze anhand der definierten Anforderungen.

Wie erfüllen die analysierten Ansätze die definierten Konzeptanforderungen?

● vollständig erfüllt ◔ in Ansätzen erfüllt

◕ weitgehend erfüllt ○ nicht erfüllt

**Abkürzungen:**
PSS: Produkt-Service Systeme
HLB: Hybride Leistungsbündel
QFD: Quality Function Deployment
TRIZ: Theorie des erfinderischen Problemlösens

| Autor | Ansatz | Anforderungen: Berücksichtigung aller im PSS vorhandenen Elemente | Integration der Partner des erweiterten Wertschöpfungsnetzwerks | Berücksichtigung marktgetriebener und technologiegetriebener Induktion | Integration des Kunden | Berücksichtigung möglicher Änderungen und dadurch induzierte Anpassungen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fuchs | Planungphase im Life Cycle Management investiver Produkt-Service Systeme | ◕ | ○ | ◔ | ◕ | ○ |
| SFB/TR29 | HLB-Layermethode | ● | ◔ | ○ | ◕ | ◔ |
| Carreira et al. | Erweiterte Kansei-Engineering Methode | ◕ | ● | ○ | ● | ◕ |
| Kim und Yoon | PSS-Konzeptentwicklung mit QFD und TRIZ | ◕ | ○ | ○ | ◕ | ◔ |
| Alonso-Rasgado | Gestaltung funktionaler Produkte | ● | ○ | ◔ | ● | ◕ |
| Kim et al. | Innovationsmodell service-orientierter PSS | ● | ◔ | ○ | ● | ◔ |
| Marques et al. | Planungsphase im Prozess der PSS-Entwicklung | ● | ◔ | ○ | ● | ◔ |
| Luiten et al. | Kathalys-Methode zur Entwicklung nachhaltiger PSS | ● | ● | ◔ | ● | ◔ |
| SFB 768 | Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel | ◔ | ○ | ○ | ◕ | ◕ |
| van Halen et al. | Methode zur PSS-Innovation | ● | ● | ○ | ◕ | ◔ |
| Ost Scherer et al. | PSS-Gestaltung mittels Design Thinking und Business Analytics | ● | ● | ○ | ● | ◕ |
| Asmar et al. | Agile Entwicklung von PSS | ● | ◔ | ○ | ● | ◕ |
| Wiesner et al. | Vorgehen zur agilen Gestaltung smarter PSS | ◔ | ◔ | ○ | ● | ◕ |

Abbildung 2-16: Qualitative Bewertung der analysierten Ansätze zur PSS-Planung

Insgesamt kann festgestellt werden, dass viele PSS-Planungsansätze bereits eine vollumfängliche Betrachtung der PSS-Elemente als Planungsgegenstände aufweisen. Zudem wird der Integration des Kunden zur Generierung kundenspezifischer Lösungen weitläufig Rechnung getragen. Innerhalb einer VUKA-Welt wird der Einbezug notwendiger Partnerunternehmen zunehmend wichtig, insbesondere da eine enge Kooperation die Herausforderungen einer PSS-Planung hinsichtlich ressourcenbezogener und relationaler Unsicherheiten überwinden kann. Weiterhin ist ersichtlich, dass eine Initiierung der PSS-Planung aufgrund unterschiedlicher

Auslöser in den meisten Ansätzen nur unzureichend berücksichtigt wird. Ob allerdings eine PSS-Planung aufgrund einer neu zur Verfügung stehenden Technologie oder durch Änderungen der Kundenbedürfnisse initiiert wird, ist insbesondere für die möglichst schnelle Realisierung der PSS-Lösung und der dadurch möglichen Kundenrückmeldungen wichtig. Um auf Änderungen innerhalb des Planungsprozesses frühzeitig reagieren zu können, zeigen OST SCHERER et al, ASMAR et al. und WIESNER et al. gute Ergebnisse durch den Einsatz Agiler Methoden. Die Mechanismen in den Methoden von ALONSO-RASGADO und CARREIRA et al. (Iterative Prozessschritte, enger Kundenkontakt für frühzeitige Information bei Änderung von Kundenbedürfnissen) sind sehr ähnlich zu den Agilen Prinzipien innerhalb der Agilen Methoden. Die Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel des Sonderforschungsbereichs 768 berücksichtig mögliche Änderungen durch das Aufzeigen verschiedener Zukunftsszenarien und dazu passender PSS-Lösungen. Wie allerdings auf ungeplante Änderungen, die von den erarbeiteten Zukunftsszenarien abweichen, reagiert wird, wird nicht thematisiert. Die Integration Agiler Methoden für die Planung von PSS bietet somit Vorteile, mit denen bereits bestehende Vorarbeiten der untersuchten Ansätze, insbesondere hinsichtlich der Anpassung notwendiger Änderungen, zusätzlich verbessert werden können. Die Ansätze nach OST SCHERER et al. und WIESNER et al. nutzen DT als Agile Methode und erfüllen dadurch die Anforderungen der Integration des Kunden und der Berücksichtigung möglicher Änderungen weitgehend. Jedoch basieren diese Ansätze auf wenigen Forschungsarbeiten und sind nicht sehr detailliert. Es liegt allerdings nahe, dass insbesondere DT zu zusätzlichen Vorteilen bei der PSS-Planung verhilft. Im nachfolgenden Kapitel wird daher die Agile Methode DT näher erläutert und der Bezug zur PSS-Planung hergestellt.

## 2.7 Design Thinking

Design Thinking (DT) ist eine Agile Methode [Link14] und dient zur systematischen Lösung komplexer Innovations- und Entwicklungsherausforderungen [Lied11b]. Dabei sollen keine Beschränkungen auf klassische Designprobleme von Sachprodukten stattfinden [Buch92]. DT geht über klassische Designkonzepte und -ansätze hinaus. Im Zentrum des Prozesses steht die Implementierung der Nutzerwünsche und -bedürfnisse. Die Entwickler versetzen sich somit in die Rolle des Anwenders. Folglich können Sachprodukte oder Serviceprodukte deutlich effizienter und differenzierter gestaltet werden [Lind11].

Seinen Ursprung findet DT in dem von SIMON geschriebenen Buch „The Science of the Artificial“. Darin erklärt SIMON, dass sich nicht nur Designer mit Design-Aufgaben beschäftigen sollen, sondern auch weitere Fachdisziplinen involviert werden. Zudem designt jeder, der versucht, eine Situation in eine bessere zu transformieren [Simo96]. Der eigentliche Designprozess, auf dem DT aufbaut, besteht im Allgemeinen aus der Phase der *Problemdefinition*, in der die beteiligten Elemente analysiert und die Anforderungen zur Lösung definiert werden, und der *Problemlösung*, in der durch Abwägung von Lösungsmöglichkeiten und Anforderungen der Umsetzungsplan entwickelt wird [Buch92].

Mit dem Design-Begriff werden im deutschsprachigen Raum die kreativ-gestalterischen Aspekte der Arbeit in Verbindung gebracht, wohingegen im englischsprachigen Raum ebenfalls die konzeptionelle und technische Systementwicklung verstanden wird [Uebe16]. Nachfolgend wird letzteres Begriffsverständnis zugrunde gelegt. Der Begriff Design Thinking wurde erstmalig im Jahr 1987 vom Architekturprofessor ROWE in seinem gleichnamigen Buch erwähnt.

Allerdings wurde DT in Organisationen erst durch DAVID KELLEY und TIM BROWN (Innovationsberatung IDEO) bekannt [Lied15]. Der eigentliche gedankliche Ansatz stammt schon aus den 20er Jahren und wurde im Design- und Architekturbereich als „form follows function" definiert, der Vorstufe der Nutzerzentriertheit im DT [Kerg17].

BROWN beschreibt DT als einen Prozess, welcher die Bedürfnisse der Nutzer zusammen mit der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit kombiniert. Somit wird ein Kundennutzen und eine Chance am Markt generiert [Brow08]. Nach BRENNER und WITTE basiert DT, eine systematische Vorgehensweise zur Entwicklung innovativer Lösungen, auf drei Grundsätzen: *tiefgehendes Kundenverständnis*, *strukturierte Ideengenerierung* und *Bau von Prototypen* [Vett12]. Es existiert also keine einheitliche Definition von DT. Jedoch ist dies auch nicht unbedingt erforderlich, da es in der Natur von DT liegt, keine einheitliche Definition zu haben. Allen Definitionsansätzen gemein ist das englischsprachige Verständnis des Begriffs „Design". Hierbei geht es um das „systematische und geplante Erschaffen von Produkten, Dienstleistungen, Prozessen und Geschäftsmodellen" [Vett12]. Im Gegensatz zum rationalen, faktenbasierten Denkprozess, welcher in vielen traditionellen Unternehmen verankert ist, wird im DT der kognitive, intuitive Denkprozess adressiert [Vett12].

DT als Problemlösungsprozess adressiert im Gegensatz zu traditionellen Problemlösungsprozessen eine andere Art Problem. RITTEL unterscheidet zwischen *tame problems* und *wicked problems* [Ritt82]. Für ein tame problem existiert eine deterministische Lösung und alle Konstanten sind bekannt [Buch92]. Diese Art von Problemen werden in traditionellen Problemlösungsprozessen adressiert. Wicked problems hingegen weisen die in der nachfolgenden Abbildung 2-17 dargestellten Eigenschaften auf:

| Eigenschaften von „wicked problems" | |
|---|---|
| 1. Es existiert keine klare und definitive Formulierung, aber jede Formulierung eines wicked problems korrespondiert mit der Formulierung einer Lösung. | 6. Jedes wicked Problem ist ein Anzeichen eines übergeordneten Problems. |
| 2. Ein wicked problem wird nie als endgültig gelöst angesehen. | 7. Keine Formulierung und Lösung eines wicked problems kann abschließend getestet werden. |
| 3. Lösungen von wicked problems können nicht richtig oder falsch, nur gut oder schlecht sein. | 8. Die Lösung eines wicked problems kann nicht durch systematisches Ausprobieren gefunden werden, sondern muss in einem einzigen Versuch entstehen. |
| 4. Zur Lösung eines wicked problems existiert keine abschließende Liste erlaubter Operationen. | 9. Jedes wicked problem ist einzigartig. |
| 5. Für jedes wicked problem gibt es mehr als eine Erklärung, welche abhängig von der Sichtweise des Designers ist. | 10. Der Problemlöser des wicked problems ist für sein Handeln und somit die Lösung des Problems verantwortlich. Ein Scheitern kann nicht gerechtfertigt werden. |

Abbildung 2-17: Eigenschaften von wicked problems [Schi14, Buch92]

Als Beispiel eines wicked problems kann die Entwicklung eines neuen Produkts oder auch die Entwicklung einer Unternehmensstrategie gesehen werden [Schi14]. Die Gestaltung eines PSS fällt somit ebenfalls in die Kategorie der wicked problems.

Die Eigenschaften von DT werden in der Literatur von mehreren Autoren unterschiedlich beschrieben und decken sich in vielen Aspekten mit den Prinzipien des Agilen Manifests. KERGUENNE et al. sprechen von drei Kernprinzipien, *Nutzerzentriertheit*, *Multidisziplinarität* und *Lernend nach vorne gehen* [Kerg17]. Hinsichtlich der Nutzerzentriertheit orientiert sich DT erst an den Nutzerbedürfnissen, bevor die Wirtschaftlichkeit und die technologische Machbarkeit betrachtet werden. Dennoch werden alle drei Dimensionen berücksichtigt, sodass ganzheitliche Innovationen entstehen können. Abbildung 2-18 veranschaulicht diese Dimensionen.

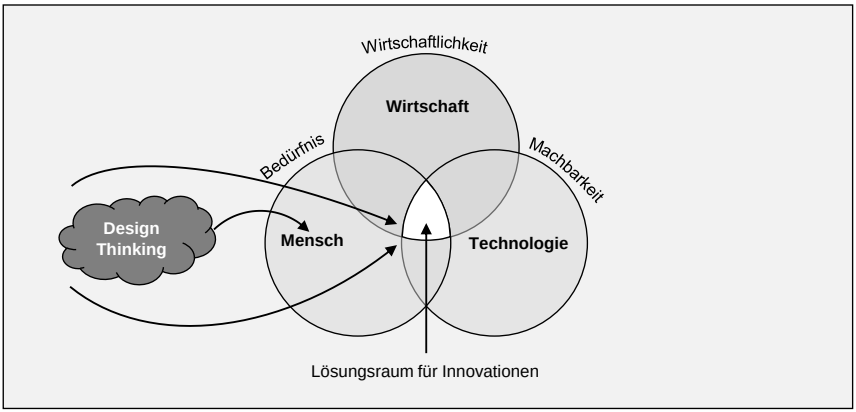



Abbildung 2-18: Dimensionen Mensch, Wirtschaft und Technologie bilden den Innovationslösungsraum im DT [Vett12, Brow11]

Durch die Multidisziplinarität sollen eine Vielzahl von Individuen an dem Prozess partizipieren, um möglichst viele Bedürfnis- und Problemfacetten der Kunden/Nutzer sowie Expertisen und Perspektiven der Innovatoren in die Lösungen integrieren zu können. Lernend nach vorne gehen bedeutet, dass frühes und häufiges Scheitern als Lernprozess zu verstehen ist, sodass dadurch gerade unter Unsicherheit und Komplexität trotzdem passende Lösungen erarbeitet werden können [Kerg17].

Nach STICKDORN und SCHNEIDER werden die Eigenschaften des sogenannten „Service Design Thinking", was sich prinzipiell mit der Gestaltung von Serviceprodukten beschäftigt, das DT allerdings zugrunde legt, in fünf Prinzipien unterteilt [Stic15]. Neben der Nutzerzentriertheit und der Multidisziplinarität (co-creativity) führen die Autoren die Prinzipien *Sequenzierung*, *Materialisierung* und *ganzheitliche Betrachtung* auf, die sich aber weitestgehend auf die Entwicklung von Serviceprodukten beziehen. Ergänzt wurden diese Prinzipien in einem späteren Werk um das Prinzip der *Iteration* und der *Zugang zur Realität* über den gesamten Prozess. Dabei wird der Designprozess als explorativ, adaptiv und experimentell aufgefasst, der sich iterativ hin zur Lösungsimplementierung gestaltet. Zudem werden die Bedürfnisse in den Phasen des Designprozesses mit realen Kunden/Nutzern abgeglichen [Stic18].

MEINEL und LEIFER präsentieren vier Regeln des DT. Die *Mensch-Regel* besagt, dass alle Designaktivitäten u. a. zur Lösung eines technischen Problems menschliche Bedürfnisse befriedigen und somit den menschlichen Aspekt in Technologen und Manager adressieren. Diese Regel korreliert mit der Nutzerzentriertheit und der obigen Abbildung 2-18. Mit der *Mehrdeutigkeitsregel* sollen DT-Akteure akzeptieren, dass Innovation Experimentieren bedeutet und dazu auch

die Fähigkeit, alles steuern zu können, nicht unbedingt gegeben ist. Dabei ist Scheitern jederzeit möglich. Die *Re-Design-Regel* postuliert, dass jedes Design ein Re-Design vergangener Lösungen darstellt. Erst wenn deutlich ist, wie die Bedürfnisse in der Vergangenheit befriedigt wurden, können zukünftige Gegebenheiten antizipiert und darauf aufbauend Lösungen entwickelt werden. Mit der *Greifbarkeitsregel* wird adressiert, dass fassbare Ideen die Kommunikation zwischen den Akteuren ermöglicht. Somit wird der Entwicklung von Prototypen als Kommunikationsmedium ein hoher Stellenwert beigemessen [Mein11]. Eine weitere Charakterisierung von DT bietet UEBERNICKEL et al., die sich allerdings größtenteils in den bereits vorgestellten Eigenschaften wiederfindet [Uebe15].

DT wird von Teams angewendet, die generell nicht nur aus Experten der jeweiligen Domäne bestehen, sondern sich aus unterschiedlichen Fachrichtungen und Persönlichkeitstypen zusammensetzen. Diese Zusammensetzung fördert Annahmen zu hinterfragen und Ergebnisse zu reflektieren. Den Teammitgliedern werden spezifische Rollen zugewiesen, wobei keine Hierarchie innerhalb des Teams existiert. Dadurch wird eine Gleichstellung der Teammitglieder aus unterschiedlichen Fachbereichen und Hierarchieebenen realisiert. Dies mindert soziale Spannungen im Team [Bran14]. Das Team sollte somit Mitglieder unterschiedlicher Persönlichkeitstypen (introvertierte und extrovertierte Mitglieder, Denker und Kommunikative, etc.) und unterschiedlicher Fachrichtungen aufweisen. Ein weiterer Aspekt, der in der Literatur im Zuge des Teamaufbaus genannt wird, ist das sogenannte T-Profil der Mitglieder. Der vertikale Teil des Buchstabens steht dabei für die tiefreichende Fachkenntnis, der horizontale Teil für die Fähigkeit sich in andere Fachrichtungen einzudenken. Weitere Eigenschaften des Teams sind Offenheit gegenüber Lösungsideen und Meinungen anderer, Experimentierfreudigkeit, Kritikfähigkeit, Hilfsbereitschaft gegenüber anderen Teammitgliedern, Neugierde und Individualität [Uebe15].

### 2.7.1 Vorgehensmodelle des Design Thinkings

Für DT existieren in der Literatur verschiedene Vorgehensmodelle. Im Nachfolgenden werden ausgewählte Vorgehensmodelle des DT präsentiert und diskutiert. In der Praxis existieren sicherlich noch weitere Vorgehensmodelle, die je nach Unternehmen verschieden angepasst oder erweitert wurden. An dieser Stelle werden die am weitesten verbreiteten Ansätze von BRENNER et al., LIEDTKA und OGILVIE sowie von PLATTNER, THORING und MÜLLER vorgestellt und analysiert.

#### *2.7.1.1 Vorgehensmodell nach BRENNER und UEBERNICKEL*

Diese Vorgehensmodell wurde hauptsächlich von BRENNER und UEBERNICKEL entwickelt und stützt sich auf die Vorarbeiten von MEINEL und LEIFER (Stanford Universität) [Mein11]. Es ist unterteilt in Makro- und Mikrozyklus.

Der **Mikrozyklus** setzt sich aus fünf Phasen zusammen, deren Inhalte nachfolgend erläutert und in Abbildung 2-19 visualisiert werden. Der Mikrozyklus wird innerhalb eines Projekts mehrfach durchlaufen, um sich schrittweise bzw. iterativ dem Ziel anzunähern [Uebe15]. Die Durchlaufzeit beträgt je Durchlauf zwischen zwei und sieben Tagen [Uebe16].

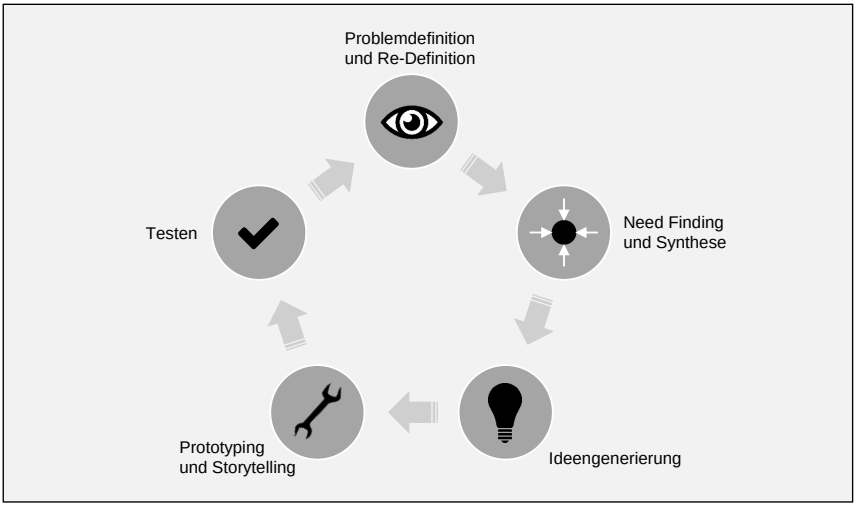



Abbildung 2-19: Mikrozyklus des DT-Vorgehensmodells nach BRENNER und UEBERNICKEL [Bren16b]

- **Problemdefinition:** Innerhalb dieser Phase wird eine Fragestellung, die sogenannte „Challenge", erarbeitet, die es ermöglicht, die Problemstellung lösungsneutral zu beschreiben. Dadurch wird vermieden, dass der Suchraum für Lösungsideen eingeschränkt wird. Für eine adäquate Fragestellung müssen vier Aspekte berücksichtigt werden. Das *Objekt* (Sachprodukt, Serviceprodukt, Geschäftsmodell o. ä.), die *Zielgruppe* bzw. die Stakeholder, welche für das Ergebnis relevant sind, die aktuellen und zukünftigen *Rahmenbedingungen*, die bei der Problemlösung berücksichtigt werden müssen und der zu erreichende *Endzustand* des Objekts [Uebe15]. Es kann vorkommen, dass die ursprünglich formulierte Fragestellung aufgrund der gesammelten Erkenntnisse während des Mikrozyklus mehrfach angepasst werden muss [Uebe16]. In dieser Phase ist es für das DT-Team wichtig, das Problem aus der eigenen Sicht zu erfassen, zu verstehen und wichtige Einflussfaktoren zu identifizieren [Vett12].
- **Bedürfnisanalyse:** In dieser Phase werden implizite und explizite Bedürfnisse sowohl von Kunden als auch von Nutzern und Stakeholdern identifiziert und analysiert. Ziel ist es hierbei, Möglichkeiten für neue Sachprodukte, Serviceprodukte oder Geschäftsmodelle zu identifizieren. An dieser Stelle werden jedoch noch keine Lösungen entwickelt, sondern Bedarfe zur Veränderung offengelegt [Uebe15]. Damit dies gelingt, müssen traditionelle Techniken wie Kundenbefragungen um Beobachtungen und Interaktionen mit dem Kunden ergänzt werden. Insbesondere die Beobachtung beim Durchführen der für den Kunden gewohnten Aktivitäten bringt Bedürfnisse hervor, welche durch eine direkte Kundenbefragung oft nicht offengelegt werden würden. Zur Durchführung schlagen UEBERNICKEL et al. vier verschiedene Techniken vor. Durch *Beobachtung* wird das Verhalten des Kunden während seiner Tätigkeit untersucht. Ergänzt wird diese durch *Interviews* mit Kunden, Nutzern und Stakeholdern über konkrete Situationen und zukünftige Veränderungen. Um zu verstehen, wie der Kunde bzw. der Nutzer denkt und handelt, begibt sich das DT-Team selbst in die Situation und übt die Kundentätigkeiten aus (*Teilnahme*). Anschließend werden Angebot und

Geschäftsmodell der Wettbewerber analysiert (*Benchmarking und Geschäftsmodelluntersuchung*) [Uebe15]. Die Ergebnisse der Beobachtung werden mit Hilfe verschiedener Visualisierungstechniken dokumentiert und die Erkenntnisse zusammengefasst (Synthese). Grundlegend sind hierbei Fotos, Videos, Skizzen [Uebe16] oder Design Techniken, wie z. B. Storytelling und die Erstellung von Personas [Vett12].

- **Ideengenerierung:** Auf Basis der gesammelten Erkenntnisse aus den vorherigen Phasen und den identifizierten Bedürfnissen von Kunden, Nutzern und Stakeholdern werden in dieser Phase Lösungsideen generiert [Bren16b]. Damit möglichst viele und sinnvolle Ideen resultieren, werden folgende Voraussetzungen an den Prozess und die Teilnehmer gestellt. Zur Durchführung des Prozessschritts können verschiedene *Techniken* zum Einsatz kommen. Diese sind auch für unerfahrene Teilnehmer einfach anzuwenden. Die Ergebnisse hängen dabei vom Wissensstand des Teilnehmers und dem Thema ab. Auch in dieser Phase ist die *Integration des Kunden* wichtig, da neue Ideen und Lösungsmöglichkeiten aus der Verbindung dieses und der nachfolgenden Prozessschritte resultieren und somit das DT-Team zusammen mit dem Kunden Ideen entwickeln, Prototypen entwerfen und direkt mit dem Kunden testen kann. Jedes Teammitglied sollte *neugierig* hinsichtlich neuer Sachprodukte, Serviceprodukte oder möglicher Situationen sein, um den Wissensstand und damit auch die Inspiration und Kreativität zu fördern. Jedes Teammitglied sollte seine eigene Haltung und die Haltung und Denkweise seiner Teammitglieder *reflektieren* können, um somit Denk- und Verhaltensmuster identifizieren und damit die Ideenfindung stärken zu können [Uebe15]. Zu erwähnen ist hierbei, dass, anders als in traditionellen Planungsprozessen, der Schwerpunkt weniger auf die eigentliche Ideengenerierung als auf die vor- und nachgelagerten Prozessschritte gelegt wird. Somit ist die Analyse der Bedürfnisse und das Prototyping im nachfolgenden Prozessschritt im DT wichtiger [Vett12]. Als Technik wird in dieser Phase das *Brainstorming* angewendet und mit den Prinzipien *aufbauendes Feedback* und *Quantität vor Qualität* eine maximale Anzahl an potenziellen Lösungsideen angestrebt. Ähnliche Ideen werden anschließend systematisch gruppiert [Uebe16].
- **Prototyping:** Diese Phase bedient sich der Technik des *Prototyping*. Dabei werden die in den vorhergehenden Phasen generierten Ideen mittels Prototypen simuliert. Ziel dieser Phase ist es, den/die Prototypen am Ende des DT-Projekts zur Realisierung an die Entwicklungsabteilung zu geben. Prototypen materialisieren Ideen und bilden damit eine Instanz. Zur genaueren Erläuterung des Nutzens von Prototypen greifen UEBERNICKEL et al. auf die Ausführungen aus der Produktentwicklung von ULRICH und EPPINGER zurück [Ulri12]. Prototypen dienen als Kommunikationsmedium im DT-Team, um konzeptionelle, abstrakte Überlegungen auf ein konkretes, fassbares Niveau zu verlagern. Missverständnissen wird somit entgegengewirkt. Zudem werden oft versteckte Probleme bei der Erstellung von Prototypen als auch durch die Prototypen selbst offengelegt. Ähnlich verhält es sich mit verdeckten Kundenanforderungen, die durch das anschließende Testen identifiziert werden können. Dadurch können Projektrisiken gesenkt und das Feedback des Kunden direkt eingearbeitet werden. Dies hilft auch, Vertrauen in die bisherige Arbeit aufzubauen. Durch die Entwicklung von Prototypen entstehen neue Fragestellungen, und Potenziale zur Weiterentwicklung können aufgedeckt werden [Ulri12]. Zu Beginn des DT-Projekts, bzw. in den ersten Durchläufen des Mikrozyklus, werden niedrig aufgelöste Prototypen entwickelt. Diese werden je nach Anzahl der Durchläufe immer höher aufgelöst. Niedrig aufgelöste

Prototypen können aus einfachen Materialien wie Karton oder Papier bestehen oder einfach nur Skizzen darstellen [Uebe15]. Hoch aufgelöste Prototypen können bereits in realen Umgebungen getestet werden und weisen eine hohe Detailtreue zum späteren Produkt oder Dienstleistung auf [Uebe16].

- **Testen:** In der letzten Phase des DT-Mikrozyklus werden die zuvor erstellten Prototypen mit den entsprechenden Kunden und Stakeholdern getestet. Hierbei gilt, dass Scheitern erlaubt bzw. erwünscht ist. Dadurch können die Bedürfnisse und Anforderungen des Kunden besser erfasst und verstanden werden. Das dadurch erlangte Wissen kann bei der Entwicklung des nächsten Prototypen einfließen [Vett12]. Das Testen dient der Inspiration der Teammitglieder und des Kunden, der Evaluation des Prototyps mittels zuvor festgelegter Kriterien und der anschließenden Validierung, also dem Test, ob die evaluierte Eigenschaft des Prototyps einen Mehrwert für den Kunden liefert. Zum Testen können unterschiedliche Test-Werkzeuge zum Einsatz kommen [Uebe15].

Der **Makro-Zyklus** wird im Projekt einmal durchlaufen. Er besteht je nach Referenz aus fünf ([Vett12], [Uebe16]) bis sieben ([Bren16a], [Uebe15]) Stufen, die jeweils ein oder mehrere Durchläufe des Mikrozyklus umfassen. Bis auf die erste Stufe, der *Design Space Exploration*, sind alle weiteren nach dem jeweils zu entwickelnden Prototypen benannt. Die Stufen des *Critical Function Prototyp* und *Dark Horse Prototype* werden als divergierend beschrieben und zielen darauf ab, den Ideenraum systematisch zu erweitern. Innerhalb der konvergierenden Stufen, des *Funky Prototype, Functional Prototype, X-is-finished Prototype* und *Final Prototype* werden die gesammelten Ergebnisse der divergierenden Stufen ausgewertet, um über den Verlauf einen finalen Prototypen zu entwickeln [Uebe16]. Die nachfolgende Abbildung 2-20 zeigt den Makrozyklus. Anschließend werden die entstehenden Prototypen kurz erläutert.

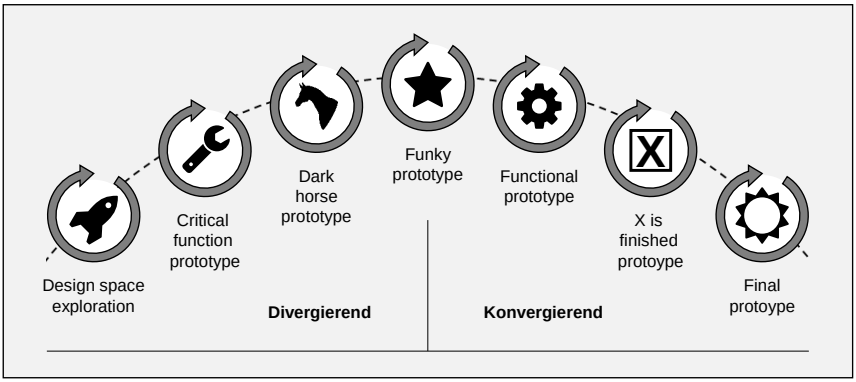



Abbildung 2-20: Makro-Zyklus des DT-Vorgehensmodells nach BRENNER und UEBERNICKEL [Bren16b]

- **Design space exploration:** Die Design Space Exploration wird einerseits als erste Stufe gesehen, innerhalb dieser die Definition des Problem- und Lösungsraum stattfindet [Uebe15]. Es werden Recherchen, Interviews und eigene Erfahrungen mit der Problemstellung gesammelt [Bren16b]. Ergebnisse am Ende dieser Stufen sind u. a. die Definition kritischer Funktionen oder auch Beobachtungsdokumentationen von Stakeholdern [Uebe15]. Andererseits begleitet die Design Space Exploration das Team über alle Stufen hinweg und

beinhaltet einen grafischen Projektplan sowie entstehende Ergebnisse und Daten über Kunden, Funktionen etc. [Uebe16].

- **Critical function prototype:** Innerhalb dieser Stufe werden kontinuierlich die Kundenbedürfnisse analysiert und niedrig aufgelöste Prototypen entwickelt, welche die aus der vorhergehenden Stufe definierten kritischen Funktionen abbilden [Uebe15]. Die Prototypen demonstrieren einzelne Produkteigenschaften, die im Verlauf des Projekts auch verworfen werden können. Nach UEBERNICKEL und BRENNER werden in dieser Stufe 15-30 Prototypen erstellt [Uebe16]. Zudem stehen am Ende der Phase einzelne Fehlermöglichkeiten als Ergebnis [Uebe15].
- **Dark horse prototype:** Innerhalb dieser Stufen werden Lösungen adressiert, deren Funktionen zuvor nicht als kritische Funktionen definiert wurden. Meist sind diese Prototypen unrealistisch und kontrovers, ermöglichen allerdings eine Vergrößerung des Gestaltungsraums. Durch die entstehenden Diskussionen können neue Erkenntnisse gewonnen werden. Die Auflösung dieser Prototypen ist ebenfalls niedrig [Uebe16]. Auch in dieser Stufe kann die Anzahl der entwickelten Prototypen über 20 hinausgehen [Uebe15].
- **Funky prototype:** Der Funky Prototype verbindet die Erkenntnisse bzw. die vielversprechendsten Prototypen der vorherigen Stufen. Dabei wird der Fokus auf die zu realisierende Funktionalität, weniger auf gestalterische Aspekte gelegt. Die Auflösung der entstehenden Prototypen ist im Vergleich zu den vorhergehenden Stufen deutlich erhöht [Uebe16]. Die Anzahl der entstehenden Prototypen beläuft sich in dieser Stufe auf 5-10 [Uebe15].
- **Functional prototype:** Mit dem Functional Prototype werden neben den funktionalen Aspekten auch gestalterische Aspekte umgesetzt [Uebe16]. Die Auflösung der Prototypen wird dabei immer höher und spiegelt die Befriedigung der Kundenbedürfnisse wieder. Je realistischer die hier entstehenden Prototypen sind, desto besser können diese mit dem Kunden getestet werden [Bren16b]. Die Anzahl der Prototypen beläuft sich auf maximal 3 [Uebe15].
- **X-is-finished prototype:** Innerhalb dieser Stufe wird eine Funktionalität ausgewählt und vollständig realisiert. Dadurch kann zum einen der Aufwand für die anschließende Ausarbeitung abgeschätzt und zum anderen nicht notwendige Funktionen identifiziert und verworfen werden [Uebe15]. Es erfolgt also eine Priorisierung hinsichtlich der zu realisierenden Funktionen unter Berücksichtigung des festgelegten Zeitplans [Schi14].
- **Final prototype:** Dieser Prototyp zeigt dem Kunden realitätsnah die wichtigsten Funktionen, die auf Basis seiner Bedürfnisse über den Prozessverlauf identifiziert wurden [Uebe15]. Beim Test des Prototyps mit dem Kunden bzw. Anwender sollte dieser die ausgearbeiteten Elemente und Funktionen als möglichst realitätsnah erfahren. Dementsprechend weist dieser Prototyp einen sehr hohen Detaillierungsgrad auf und beinhaltet alle notwendigen Informationen für die anschließende Realisierung [Uebe16].

Das Vorgehensmodell nach BRENNER und UEBERNICKEL bietet sowohl einen Makrozyklus, der in Stufen eingeteilt ist und die Inhalte und Ziele jeder Stufe anhand verschiedener, in den Stufen entstehender Prototypen erklärt, als auch einen Mikrozyklus. Der Makrozyklus wird einmal durchlaufen. Innerhalb der verschiedenen Stufen wird der Mikrozyklus mindestens einmal, oft jedoch auch mehrmals durchlaufen. Das Vorgehensmodell gibt somit die Inhalte vor und strukturiert die Vorgehensweise systematisch. Jedoch gibt das Vorgehensmodell nicht vor, wie die

verschiedenen Ergebnisse zu erreichen sind. Die Phasen und Stufen werden somit nur rudimentär mit Techniken hinterlegt. Dadurch kann der Anwender zwar frei wählen, welche Techniken er kontextbezogen auswählt [Uebe16], er muss sich allerdings auch mit den vorhandenen Techniken auskennen, um die Auswahl vorzunehmen. Zudem finden sich keine Aussagen darüber, wie mit Änderungen während der Zyklen umzugehen ist bzw. ob ein Rücksprung in eine vorgehende Phase erlaubt ist.

#### *2.7.1.2 Vorgehensmodell nach Liedtka und Ogilvie*

Das DT-Vorgehensmodell nach LIEDTKA und OGILVIE beinhaltet vier Phasen, deren Bezeichnung sich mit den Fragen decken, denen sich hauptsächlich im Design-Prozess gestellt wird. Die Phasen werden mit den Fragen *What is?*, *What if?*, *What wows?* und *What works?* bezeichnet. Innerhalb dieser Phasen kommen zehn Techniken zum Einsatz [Lied11b]. Die Phasen und Techniken werden im Folgenden näher erläutert und in Abbildung 2-21 visualisiert.

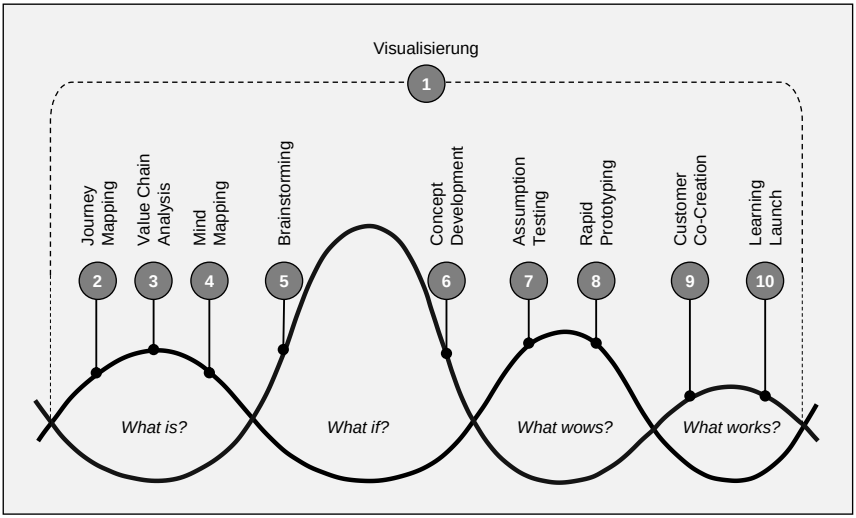



Abbildung 2-21: DT-Vorgehensmodell nach Liedtka und Ogilvie [Lied11b]

Die erste Technik, welche im Laufe des gesamten Vorgehens zu Einsatz kommt, ist die *Visualisierung*. Diese wird als Art *Meta-Technik* beschrieben. Mit Hilfe der Visualisierung wird das Team auf kreativer Ebene angesprochen. Dadurch werden Vorgänge wie die Identifikation von Problemen und Lösungsmöglichkeiten sowie die Organisation und Kommunikation von Ideen und Erkenntnissen unterstützt. Dies erleichtert die Zusammenarbeit innerhalb des DT-Teams. Aus diesem Grund wirkt die Visualisierung in allen Phasen und Techniken positiv auf die Gegebenheiten [Lied11b].

- **What is?** In der ersten Phase wird der Kunde und dessen Tätigkeit genauer beobachtet, um das eigentliche Problem zu identifizieren. Diese Phase des Vorgehensmodells verhindert, dass der Problemraum zu eng gefasst wird und somit wichtige Informationen über das eigentliche Problem nicht erfasst werden. Zu Beginn dieser Phase werden die eigentlichen Aufgaben des Kunden analysiert. Meist liegt der Erfolg zukünftiger Lösungen in der Unzufriedenheit des Kunden hinsichtlich aktueller Lösungen. Aus diesem Grund wird der Kunde

in dieser Phase vor Ort getroffen. Als Techniken kommen in dieser Phase die *Customer Journey*, die *Wertschöpfungskettenanalyse* und das *Mind Mapping* zum Einsatz [Lied11b]. Bei der Customer Journey wird die Erfahrung bzw. die Interaktion des Kunden mit dem Sach- oder dem Serviceprodukt dokumentiert. Dabei kann der Real- oder der Idealzustand aufgebaut werden. In den einzelnen Phasen der Customer Journey ist es möglich, positiv und negativ konnotierte Situationen des Kunden zu identifizieren und die Zufriedenheit zu eruieren. Zur Durchführung der Customer Journey geben die Autoren ein Vorgehen in zehn Schritten vor [Lied11b]. Die Erstellung der Customer Journey wird als Basis für innovative Lösungen gesehen [Lied11a]. Anschließend erfolgt die Analyse der Wertschöpfungskette, die mit der erstellten Customer Journey in Verbindung steht. Hierzu werden die eigenen Kapazitäten und Fähigkeiten sowie die vorhandenen und fehlenden Partner und die Konkurrenten analysiert. Auch hier bieten die Autoren ein Vorgehen in sieben Schritten. Um aus den Interviews und Recherchen Informationen zu extrahieren und systematisch aufzubereiten, nutzen die Autoren die Technik des Mind Mapping. Mit Hilfe eines Vorgehens in fünf Schritten werden die Informationen selektiert und geclustert, um am Ende Gestaltungskriterien für die nachfolgende Phase abzuleiten [Lied11b].

- **What if?** Diese Phase dient der Ideengenerierung. Als Synonym dazu steht der Begriff Ideation. Zur Ideation schlagen die Autoren zwei Techniken vor, das *Brainstorming* und das *Concept Development*. Dabei wird beim Brainstorming eine abgewandelte Vorgehensweise genutzt, um den Schwächen der Methode auszuweichen. Als Schwächen werden das Nichtvorhandensein eines Vorgehens genannt, welches die generierten Ideen sinnvoll zusammenführt. Das Concept Development nutzt die Ergebnisse des Brainstormings und gruppiert diese. Aus den vielversprechendsten Gruppen werden anschließend detaillierte Konzepte entwickelt. Damit nur die besten Konzepte die nachfolgenden Phasen durchlaufen, werden die Konzepte anhand von Kundenkriterien und weiteren meist wirtschaftlichen Kriterien evaluiert. Im Gegensatz zur Ideenfindung beim Brainstorming, bei dessen Einsatz das Team aus unterschiedlichen, teilweise auch nicht im Projekt verankerten Mitgliedern besteht, ist beim Concept Development und der damit verbundenen Konzeptgenerierung aus den Ideen das DT-Kernteam im Mittelpunkt [Lied11b].
- **What wows?** Um die Frage beantworten zu können, müssen verschiedene Szenarien der Konzepte getestet werden. Dabei existieren zwei Arten von Experimenten, welche durch die Werkzeuge *Assumption Testing* und *Rapid Prototyping* unterstützt werden. Jedes neue Konzept stellt dabei eine Art Hypothese dar, die es zu bestätigen gilt. Damit eine Hypothese bestätigt werden kann, müssen Annahmen identifiziert und getestet werden. Dies kann zum einen mit Hilfe von Daten aus durchzuführenden Feldexperimenten, zum anderen mit bereits vorhandenen Daten und Gedankenexperimenten durchgeführt werden. Für das Assumption Testing bieten die Autoren ein Vorgehen in acht Schritten. Erfolgreiche Konzepte werden vom Kunden nachgefragt, können vom Unternehmen bereitgestellt werden und helfen dabei, die wirtschaftlichen Ziele des Unternehmens zu erreichen [Lied11b]. Mit Hilfe des Rapid Prototyping wird versucht, die erfolgreichen Konzepte zu materialisieren, damit der Kunde anschließend damit interagieren kann [Lied13]. Es sollen viele Prototypen entwickelt und in der nachfolgenden Phase getestet werden, um aus dem Feedback des Kunden

zu lernen. Fehler werden dabei frühzeitig gemacht und können ohne großen Ressourceneinsatz behoben werden. Die Autoren geben für das Rapid Prototyping ein Vorgehen in fünf Schritten vor [Lied11b].

- **What works?** In dieser Phase werden die ausgewählten Prototypen zusammen mit dem Kunden getestet und weiterentwickelt. Dabei kann allerdings auch jene Situation auftreten, bei der festgestellt wird, dass keine der entwickelten Lösungen umsetzbar ist. Es lassen sich niedrig aufgelöste Prototypen zu Beginn des Prozesses von hochaufgelösten Prototypen gegen Ende des Prozesses unterscheiden [Lied11b]. Als Werkzeuge dieser Phase schlagen die Autoren *Customer co-creation* und *learning launch* vor. Bei der Customer co-creation wird der Kunde in den Test der Prototypen miteinbezogen, um aus seiner Sicht Feedback zu geben und somit die Lösung weiterzuentwickeln. Für die Customer co-creation steht ein Vorgehen in neun Schritten zur Verfügung. Beim learning launch werden im Gegensatz zum Assumption testing reale Experimente mit einem hoch aufgelösten Prototyp durchgeführt. Dabei steht der learning launch zwischen der Customer co-creation und dem eigentlichen Marktgang. Auch hier dient das Feedback der Kunden zur Weiterentwicklung. Die Autoren schlagen dafür ein Vorgehen in sechs Schritten vor [Lied11b].

Um das Projekt im Sinne des Projektmanagement adäquat steuern zu können, stellen die Autoren vier Projektmanagementwerkzeuge zur Verfügung (Design Brief, Design Criteria, Napkin Pitch und Learning Guide). Diese Werkzeuge helfen die entstehenden Daten und Informationen zu strukturieren und zu dokumentieren. Zudem helfen sie, den Übergang zwischen den einzelnen Phasen zu festigen, indem sie den Lernfortschritt dokumentieren oder auch Entscheidungen festhalten [Lied11b].

Das Vorgehen von LIEDTKA und OGILVIE bietet vier Phasen unterstützt von zehn Werkzeugen. Zur Nutzung der Werkzeuge stehen jeweils Vorgehen zur Verfügung. Im Gegensatz zum Vorgehensmodell nach BRENNER und UEBERNICKEL machen die Autoren bei der Beschreibung jedoch keine Angabe darüber, wie lange die einzelnen Phasen dauern und wie Phasenrücksprünge aufgrund von Änderungen z. B. durch Kundenfeedback durchzuführen sind. Durch die Auswahl und Gestaltung der DT- und Projektmanagementwerkzeuge können auch Nutzer ohne tiefere Kenntnisse das Vorgehen einsetzen.

#### *2.7.1.3 Vorgehensmodell nach HPI D-School, THORING und MÜLLER*

In diesem Kapitel wird das DT-Vorgehensmodell gemäß der School of Design Thinking (D-School) des Hasso-Plattner-Institut für Digital Engineering (HPI) und die Weiterentwicklung bzw. Detaillierung des Modells durch THORING und MÜLLER näher erläutert. Das DT-Vorgehensmodell der HPI D-School wurde von PLATTNER et al. entwickelt [Plat11]. Es besteht insgesamt aus den sechs Phasen *Verstehen*, *Beobachten*, *Sichtweise definieren*, *Ideengenerierung*, *Entwicklung von Prototypen* und *Test*. Das Vorgehensmodell wird mit den englischsprachigen Phasenbezeichnungen in Abbildung 2-22 dargestellt.

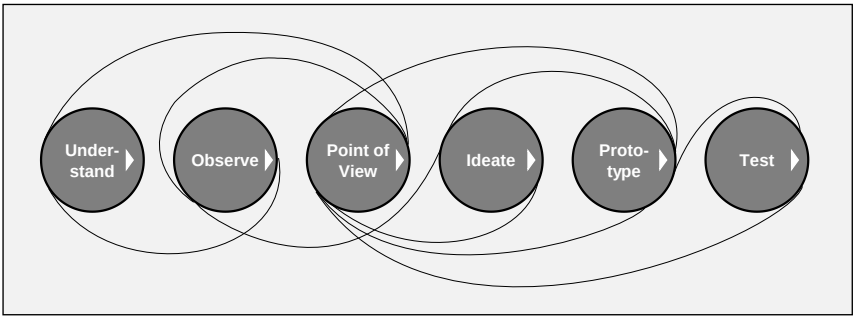



Abbildung 2-22: DT-Vorgehensmodell nach PLATTNER et al. [Plat11]

Die sechs Phasen sind auf verschiedene Weise miteinander verbunden. Dadurch wird deutlich, dass das Modell iterativ durchlaufen werden kann bzw. ein Rücksprung zu einer vorhergehenden Phase möglich ist [Thor11b]. Die Inhalte der Phasen sind folgende [Thor11b]:

- **Verstehen:** In der ersten Phase werden themenspezifische Informationen gesammelt, damit jeder des DT-Teams hinsichtlich des Themas Expertisen aufbauen kann.
- **Beobachten:** In dieser Phase versucht das DT-Team über Interviews und Beobachtungen Kundenbedürfnisse oder Probleme aufzudecken.
- **Standpunkt definieren:** In dieser Phase werden die gewonnenen Informationen und Erkenntnisse der einzelnen Teammitglieder zusammengetragen, dokumentiert sowie visualisiert.
- **Ideation:** In dieser Phase wird ausgehend von der vorherigen Phase und einer damit verbundenen Brainstorming-Frage ein Brainstorming durchgeführt. Die vielversprechendsten Ideen werden durch das Team ausgewählt und weiterverfolgt.
- **Entwicklung von Prototypen:** In dieser Phase werden aus den ausgewählten Ideen der vorhergehenden Phase durch verschiedene Techniken Prototypen entwickelt.
- **Test:** In dieser Phase werden die jeweiligen Prototypen gemeinsam mit dem Kunden getestet, um Feedback zu den Lösungsmöglichkeiten zu erhalten. Auf Basis der Kundenrückmeldungen können die Prototypen angepasst werden. Es kann allerdings auch ein Rücksprung bis in die ersten Phasen notwendig sein, um weitere Informationen zu erheben.

Die Autoren empfehlen für die einzelnen Phasen eine Auswahl an Techniken. Jedoch wird nicht beschrieben, wie die Ergebnisse der einzelnen Phasen zu erreichen sind und welche In- und Output die einzelnen Phasen vorweisen [Thor11a]. Auf Basis dieses Vorgehensmodells haben THORING und MÜLLER eine detaillierte und leicht angepasste Version mit Hilfe der Business Model Process Modeling Notation entwickelt. Abbildung 2-23 zeigt das weiterentwickelte Vorgehensmodell [Thor11c]. Für die einzelnen Phasen wurde das Vorgehen innerhalb der Phasen, die vorgeschlagene Auswahl an Techniken und die jeweilig entstehenden Informationen modelliert. Zudem wurde für jede Phase das Ziel, die Art und Weise wie das Ziel zu erreichen ist, der Input sowie der Output der Phasen beschrieben [Thor11c].

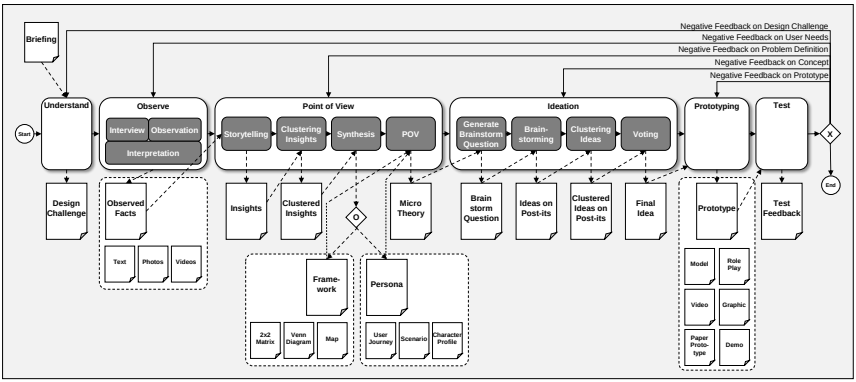



Abbildung 2-23: DT-Vorgehensmodell nach THORING und MÜLLER [Thor11c]

Die Verbindungen zwischen den einzelnen Phasen aus dem ursprünglichen Vorgehensmodell wurden nicht übernommen. Eine Schwachstelle, welche die Autoren erkannten, betrifft die Möglichkeit, Kundenfeedback zu erhalten. Dies ist im ursprünglichen DT-Vorgehensmodell nur am Ende der Testphase möglich, sollte jedoch mehrmals zwischen den Phasen verankert sein, um Änderungsaufwände zu reduzieren [Thor11c].

Durch die Modellierung des Vorgehensmodells wird ein genauer Ablauf der Phasen, die zu nutzenden Techniken und die entstehenden Ergebnisse gezeigt, was zum Verständnis beiträgt. Jedoch werden auch Schwachstellen des Vorgehensmodells aufgezeigt, wie z. B. die alleinige Verankerung des Kundenfeedbacks nach der Testphase. Daran gekoppelt ist ebenso die Möglichkeit des Phasenrücksprungs. Anzumerken ist, dass das Vorgehensmodell ähnlich zum Mikrozyklus des Vorgehensmodells nach BRENNER und UEBERNICKEL ist, denn beide basieren auf den Vorarbeiten von PLATTNER et al. (Stanford Universität bzw. HPI D-School).

#### *2.7.1.4 Zwischenfazit*

In diesem Kapitel wurden drei DT-Vorgehensmodelle beschrieben und analysiert. Auch wenn sich Anzahl und Inhalt der Prozessschritte unterscheiden, ist der Grundgedanke mit Bezug auf die Agilität bei allen gleich. Unterschiede existieren hinsichtlich des Detaillierungsgrads der jeweiligen Prozessschritte. Zwar weist das Vorgehensmodell nach BRENNER und UEBERNICKEL sowohl einen Makro- als auch einen Mikrozyklus auf, bleibt aber hinsichtlich der Art und Weise wie Ergebnisse erreicht werden sollen undurchsichtig. Im Gegensatz dazu bieten sowohl das Vorgehen nach LIEDTKA und OGILVIE, als auch das Vorgehen nach HPI D-SCHOOL, THORING und MÜLLER detaillierte Beschreibungen zur Anwendung von Methoden zur Ergebniserreichung. Insbesondere der Mikro-Zyklus von BRENNER und UEBERNICKEL und das Vorgehen der HPI D-SCHOOL, THORING und MÜLLER weisen deutliche Überschneidungen auf. Die Darstellung des Vorgehensmodells nach der HPI D-SCHOOL zeigt einen Mechanismus, bei dem es möglich ist, zwischen den einzelnen Phasen des Vorgehens entsprechend der jeweiligen Ergebnisse zu wechseln. Bei der Weiterentwicklung nach THORING und MÜLLER wurde dieser Mechanismus verändert. Hier kann das Team am Ende des Vorgehens auf Basis der Kundenrückmeldung in eine bestimmte Phase zurückgehen. Zudem kann der Kunde nur am Ende des Vorgehens Rückmeldung zu den Ergebnissen geben, worin die Autoren weiteren Verbesserungsbedarf sehen.

### 2.7.2 Design Thinking und PSS-Planung

DT ist eine Innovationsmethode und stellt einen Problemlösungsprozess für sogenannte wicked problems dar, die sich durch ihre Komplexität und weiteren Charakteristika von tame problems und damit verbundenen Problemlösungsprozesse abgrenzen. Die Planung von PSS kann entsprechend der Definition der wicked problems als solches aufgefasst werden. Zudem deckt sich der Einsatz von DT als Innovationsmethode mit dem Aspekt, dass die PSS-Planung als frühe Phase eines Innovationsprozesses charakterisiert werden kann. DT orientiert sich am Grundsatz, dass bessere Ideen durch ein tiefgreifenderes Verständnis des Kunden resultieren, statt am traditionellen Grundsatz, dass bessere Ideen durch bessere Ideengenerierung entstehen. Dadurch resultiert beim DT eine längere der Ideengenerierung vor- und nachgelagerte Phase und eine im Vergleich zu traditionellen Problemlösungsprozessen kürzere Ideengenerierungsphase (siehe Abbildung 2-24) [Vett12].

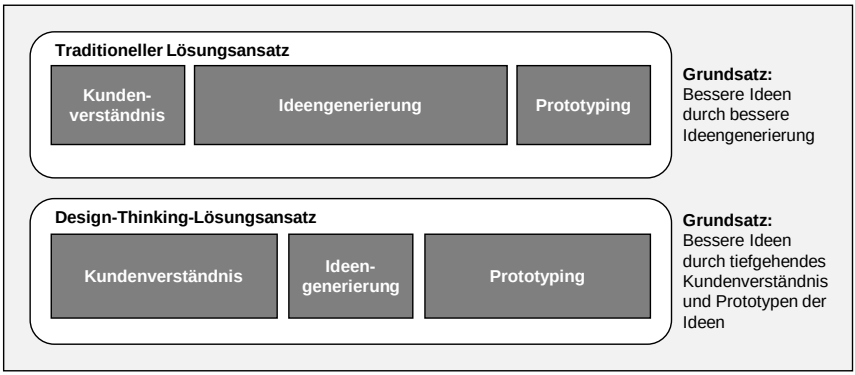



Abbildung 2-24: Grundsätzlicher Vergleich von DT und traditioneller Problemlösungsansätzen [Vett12]

DT adressiert hauptsächlich Kundenbedürfnisse und die iterative Entwicklung von Prototypen stellt diese in den Mittelpunkt des Prozesses. Die Planung von PSS kann durch den Einsatz von DT somit noch mehr am Kunden ausgerichtet werden, als dies bei bestehenden Planungsvorgehen der Fall ist. Zudem ist es notwendig, viele verschiedene Fachdisziplinen sowie den Kunden mit in den Prozess zu involvieren und die Ideen zu visualisieren und materialisieren, um die Kommunikation im Team zu fördern. Auch bei der Planung von (datenbasierter) PSS sind verschiedene Fachdisziplinen beim PSS-Anbieter und dessen Partner aus dem eWN eingebunden. Der Einsatz von DT in der PSS-Planung kann auch dahingehend Vorteile bieten. Bei DT ist ein Scheitern zulässig und vergrößert die Wissensbasis des Teams. DT verläuft iterativ und gleicht erreichte Zwischenergebnisse mit den realen Bedürfnissen ab. Durch den Einsatz von DT in der PSS-Planung könnten somit Änderungen und dadurch induzierte Anpassungen berücksichtigt werden. Hinsichtlich der analysierten Vorgehensmodelle existiert jedoch Verbesserungspotenzial. Die PSS-Planung muss sich durch verschiedene Auslöser initiieren lassen und bedarf daher eines fallabhängigen Vorgehens. Die DT-Vorgehensmodelle sind hingegen nur marktgetrieben. Zudem fehlt insbesondere bei dem Vorgehen nach THORING und MÜLLER weitere Möglichkeiten für Kundenrückmeldungen, mit denen die Ergebnisse noch näher am Kunden ausgerichtet werden können und der nachfolgende Prozess dahingehend schlanker gestaltet werden kann. DT eignet sich somit prinzipiell für den Einsatz in der PSS-Planung.

# 3 Zielsetzung und Aufgabenstellung

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse aus dem Stand von Wissenschaft und Technik zusammengefasst und darauf aufbauend die Ziele der Arbeit abgeleitet. Anschließend werden die Aufgaben erläutert, die es zu erfüllen gilt, um die definierten Ziele zu erreichen. Es schließt sich die Beschreibung des Aufbaus der nachfolgenden Kapitel an.

## 3.1 Erkenntnisse aus dem Stand von Wissenschaft und Technik

Nachfolgende Erkenntnisse resultieren aus den vorherigen Kapiteln:

- PSS-Anbieter unterliegen zunehmend dem Einfluss der VUKA-Welt. Sie müssen schnell auf Änderungen reagieren und entsprechende Lösungen zur Verfügung stellen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Dies beeinflusst insbesondere die früher Phase der Entwicklung, die sogenannte PSS-Planung, in der systematisch PSS-Ideen identifiziert, ausgewählt und spezifiziert werden.
- Damit die Kundenbedürfnisse über den Lebenszyklus dauerhaft befriedigt werden können, muss der Kunde bereits in die Planungsphase einbezogen werden. Eine explizite Artikulation der Kundenbedürfnisse ist nicht zu erwarten, sodass diese teilweise erst im Verlauf der Planungsphase offengelegt werden können. Durch diese fehlenden und sich erst über die Zeit manifestierenden Informationen, sind Änderungen und Anpassungen der Kundenbedürfnisse im Planungsablauf zu berücksichtigen.
- Die Planung von PSS bedarf der Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure, wie Kunden, internen Abteilungen und externen Partnern, um möglichst offen und schnell sowie mit Informationen aus unterschiedlichen Bereichen qualitativ hochwertige PSS-Ideen zu planen. Allerdings können aus dieser Zusammenarbeit ebenfalls Unsicherheiten und damit einhergehende Änderungen resultieren.
- Kundenbedürfnisse alleinstehend als Ausgangspunkt für innovative PSS zu betrachten, birgt die Gefahr, Entwicklungen hinsichtlich neuer Technologien zu verpassen und somit Potenzial für disruptive Lösungen zu verschenken. Da sich die Ausgangssituationen zwischen markt- und technologiegetriebenen Änderungen unterscheiden, muss die PSS-Planung entsprechende Vorgehen bereithalten.
- Bestehende Ansätze zur PSS-Planung stellen insbesondere eine detaillierte Planung der PSS-Elemente und einen intensiven Einbezug des Kunden in den Mittelpunkt. Aktuelle Herausforderungen innerhalb der VUKA-Welt verlangen allerdings zudem eine schnelle Anpassungsfähigkeit bei gleichbleibend hoher Planungsqualität.
- Um schnell adäquat auf Änderungen reagieren zu können, hat sich in der Softwareentwicklung der Einsatz Agiler Methoden bewährt. Agile Methoden eignen sich, um die definierten Anforderungen wie Berücksichtigung möglicher Änderungen und daraus resultierender Anpassungen, aber auch die intensive Einbeziehung des Kunden durch inkrementelle Ergebnisentwicklung und regelmäßigen Rückmeldungen zu adressieren.
- Die Entwicklung verschiedener Zukunftsszenarien für PSS, z. B. durch den Einsatz der Szenariotechnik und Roadmapping-Verfahren, kann mögliche Zustände und somit Veränderungen zur aktuellen Situation anhand von Eintrittswahrscheinlichkeiten prognostizieren.

Um auf Veränderungen, die einen schnellen Wechsel zwischen geplanten Zukunftsszenarien erfordern oder unvorhergesehene Szenarien hervorrufen, zu reagieren, bedarf es eines kurzzyklischen und auf möglichen Änderungen angepassten Vorgehens. Aus diesem Grund hält der Einsatz Agiler Methoden zunehmend Einzug in die Entwicklung von Sach- und Serviceprodukten. Auch für die Planung von PSS existieren erste agile Ansätze. Hierbei wird insbesondere DT Potenzial für eine agile PSS-Planung zugeschrieben.

- DT stellt Kundenbedürfnisse in den Mittelpunkt der Lösungsfindung, arbeitet mit interdisziplinären Teams und ermöglicht einen schnellen Zugang zu möglichen Lösungen, um diese iterativ weiterzuentwickeln. Die Eigenschaften von PSS, die Herausforderung der PSS-Planung und die Elemente von DT weisen somit eine hohe Kongruenz auf. Der grundlegende Unterschied von DT zu bestehenden PSS-Planungsansätzen ist die Konzentration der Tätigkeiten auf die der Ideengenerierung vor- und nachgelagerten Phasen. Dennoch ist DT marktgetrieben und vernachlässigt somit eine technologiegetriebene Initiierung der PSS-Planung. DT eignet sich somit als Ausgangspunkt für die Entwicklung einer Methode zur agilen PSS-Planung.

## 3.2 Ziel und Aufgaben

Aus den Erkenntnissen des Standes der Wissenschaft und Technik stellt sich die Forschungsfrage, wie durch die Integration der Agilen Methode DT in die PSS-Planung eine Fähigkeit zur agilen Reaktion auf Änderungen realisiert werden kann, ohne dabei die Vorteile anderer Ansätze, wie z. B. Kundenorientierung, zu vernachlässigen. Für die Planung von PSS ist eine agile, den Anforderungen entsprechende Methode zu entwickeln. Dabei müssen Sachprodukte, Serviceprodukte, Netzwerke von Akteuren und die technische Infrastruktur als Planungsgegenstände mit einbezogen werden. Zudem sind der Kunde und die Partner des eWN aktiv am Planungsprozess zu beteiligen. Damit adäquat auf Änderungen reagiert werden kann, muss die Methode ein agiles, iteratives Vorgehen aufweisen. Die Inhalte der PSS-Planung und das Vorgehen des DT sind zu integrieren. Zudem muss die Methode sowohl aus markt- als auch technologiegetriebener Sicht initiiert werden können. **Ziel** der Arbeit ist somit die Entwicklung einer Methode zur agilen Planung von PSS durch den Einsatz von DT. Dazu müssen die folgenden **Aufgaben** bearbeitet werden:

- Im ersten Schritt ist ein Methodenrahmen zu definieren. Darin inbegriffen sind die Zusammensetzung und die Beziehungen der unterschiedlichen Elemente in der Methode. Um eine detaillierte Methode zu erhalten, werden Rollen, Aktivitäten, Techniken und Ergebnisse als Elemente der Methode definiert.
- Anschließend werden die Elemente in einem Metamodell in Beziehung zueinander gesetzt. Die jeweiligen Ausprägungen der Elemente werden ergänzt. Daraus lassen sich Abhängigkeiten der Elemente erkennen. Im nächsten Schritt können dann die Elemente detailliert erläutert werden.
- Auf Basis des gewählten DT-Vorgehensmodells ist ein Vorgehen zur PSS-Planung zu entwickeln. Hierzu müssen die inhaltlichen Arbeiten auf die Planung von PSS abgestimmt werden. Um ein formal korrektes Vorgehensmodell zu erhalten, werden die Elemente der Methode mittels einzelner Elemente der Unified Modeling Language (UML) modelliert.
- Ausgehend von der marktgetriebenen Durchführung des Vorgehensmodells, welche aus der Natur von DT resultiert, ist ein technologiegetriebenes Vorgehen zu ergänzen. Hierzu sind

passende Aktivitäten zu definieren und die Schnittstelle mit dem vorhandenen Vorgehen auszuarbeiten.

- Eine weitere Aufgabe ist die Ausgestaltung der Interaktionspunkte mit dem Kunden. Es ist zu definieren, welche Ergebnisse dem Kunden vorgestellt werden. Dazu muss ausgearbeitet werden, welche Folgen eine negative Rückmeldung des Kunden hat.
- Nach dem Aufbau des Vorgehensmodells muss dieses hinsichtlich der einzusetzenden Werkzeuge detailliert werden. Um das Ziel der jeweiligen Aktivitäten zu erreichen, sind Werkzeuge auszuwählen und PSS-spezifisch anzupassen. Dabei muss sichergestellt werden, dass der Kunde und die Partner des eWN in der Anwendung der Werkzeuge mit eingebunden werden. Die Werkzeuge sind sowohl im marktgetriebenen als auch im technologiegetriebenen Vorgehen zu integrieren.
- Es ist zu zeigen, wie das entwickelte Vorgehen in einem Unternehmen eingeführt werden kann. Dazu sind Aspekte wie die institutionelle Verankerung der Einführung und auch die prozessuale Umsetzung der Einführung auszuarbeiten. Auch die Anpassung der Unternehmensressourcen ist zu adressieren, da agile Vorgehen Einfluss auf die Unternehmenskultur und die Ergebniserstellung haben.
- Als letzte Aufgabe ist die Umsetzbarkeit der Methode anhand eines Anwendungsfalls zu validieren. Der Anwendungsfall soll dabei möglichst hohen Praxisbezug aufweisen.

In der nachfolgenden Abbildung 3-1 werden Motivation, Zielsetzung und die zur Realisierung notwendigen Aufgaben in zusammengefasster Form dargestellt.

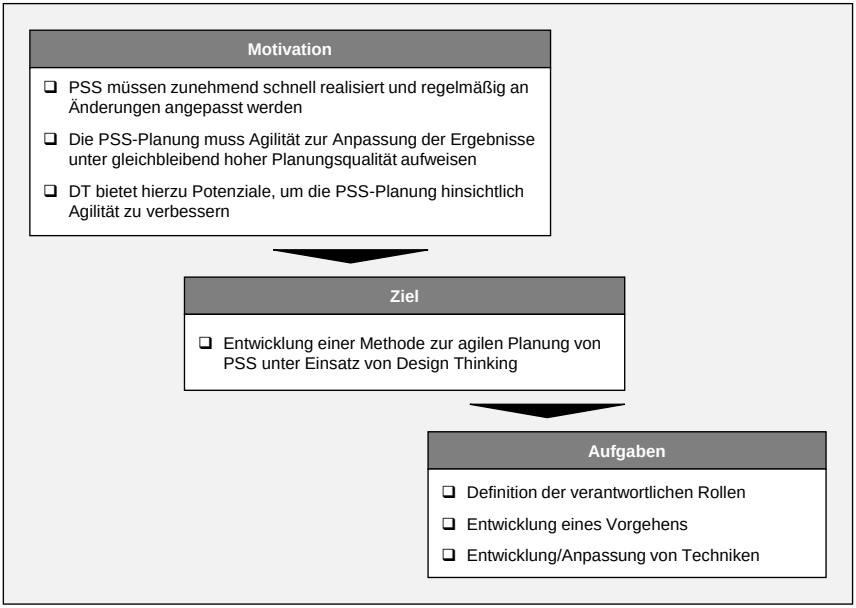



Abbildung 3-1: Motivation, Ziel und Aufgaben der Arbeit

## 3.3 Aufbau der Arbeit

Aus den genannten Zielen und Aufgaben folgt der Aufbau der Arbeit.

- In Kapitel 4.1 wird das Methoden Engineering als Methodik zur Entwicklung der PSS-Planungsmethode vorgestellt. Die nachfolgenden Kapitel sind entsprechend den Elementen des vorliegenden Methodenverständnisses aufgebaut.
- In Kapitel 4.2 wird das erste Element des Methoden Engineerings spezifiziert. Dies ist das Metamodell in dem alle Elemente auf Meta-Ebene in Beziehung zueinander gesetzt und die jeweiligen Ausprägungen dargestellt werden.
- In Kapitel 4.3 werden die notwendigen Rollen definiert, die innerhalb der Methode vorhanden sein müssen. Zudem werden die jeweiligen Aufgaben den spezifischen Rollen zugeordnet. Dabei werden insbesondere die Charakteristika, welche durch DT vorgegeben sind, näher beleuchtet.
- In Kapitel 4.4 wird das eigentliche Vorgehensmodell der Methode aufgebaut. Wichtig ist hierbei die Anordnung der Aktivitäten, die Möglichkeiten zur Rückmeldung durch den Kunden und andere Stakeholder sowie die Ausarbeitung einer markt- und technologiegetriebenen Möglichkeit zur Methodeninitiierung.
- In Kapitel 4.5 werden die Techniken der einzelnen Aktivitäten vorgestellt. Dazu werden das feingliedrige Vorgehen und die Anwendung der Techniken durch die jeweiligen Rollen genau vorgestellt. Da DT ursprünglich den marktgetriebenen Ansatz repräsentiert, werden in diesem Kapitel die Anwendung der Techniken vor dem Hintergrund der marktgetriebenen Induktion erläutert.
- In Kapitel 4.6 werden die Techniken der einzelnen Aktivitäten nach technologiegetriebener Induktion erläutert. Auch hier wird detailliert beschrieben, welche Rollen innerhalb der Aktivitäten aktiv oder passiv sind und wie die einzelnen Techniken anzuwenden sind.
- Die organisatorische Implementierung der Methode ist Gegenstand des Kapitels 4.7. Hier werden die notwendigen Rollen, Ressourcen und Vorgehensweisen zur Methodenimplementierung näher betrachtet.
- Die Anwendbarkeit der Methode wird durch deren Validierung anhand eines Anwendungsfalls aus der Landtechnik in Kapitel 5 gezeigt. Da DT in seiner Ursprungsform mehrfach marktgetrieben validiert wurde, wurde ein technologiegetriebener Anwendungsfall zur Validierung der Methode gewählt.
- Kapitel 6 fasst die Ergebnisse der Arbeit zusammen und führt einzelne Anknüpfungspunkte für zukünftige Arbeiten in einem Ausblick zusammen.

Die nachfolgende Abbildung 3-2 zeigt den Aufbau der Arbeit ab Kapitel 4 als Fortsetzung zu Abbildung 2-1.

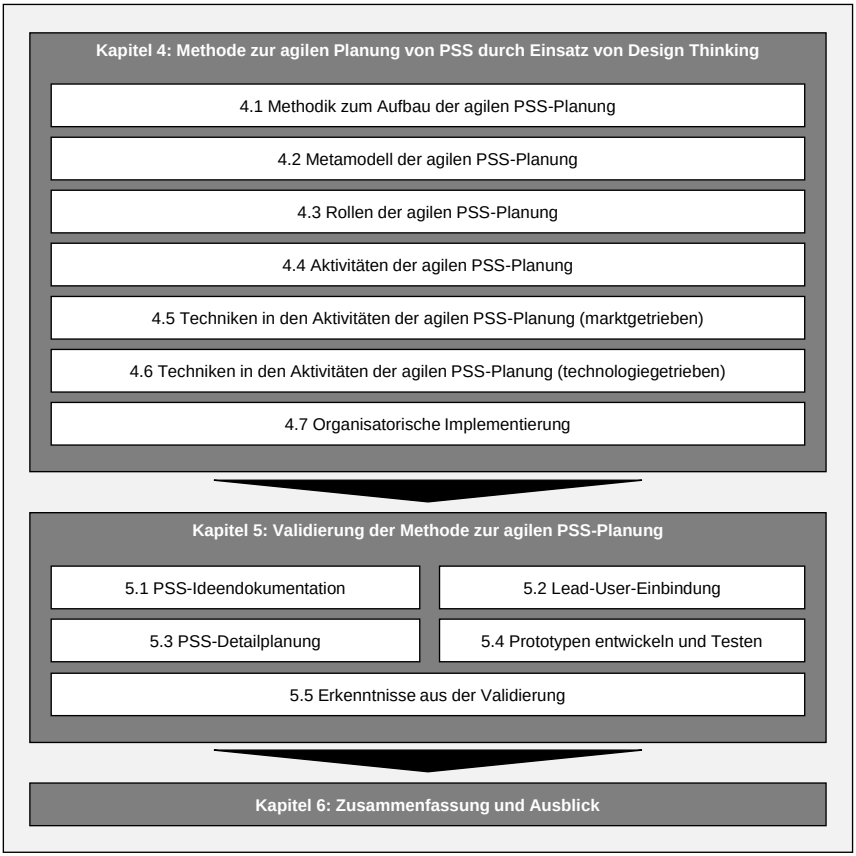



Abbildung 3-2: Aufbau des Hauptteils der Arbeit

# 4 Methode zur agilen Planung von PSS durch Einsatz von Design Thinking

Kapitel 4 beinhaltet eine ausführliche Darstellung der Methode zur agilen Planung von PSS durch den Einsatz von DT. Das Kapitel besteht aus sieben Unterkapiteln. Das erste Unterkapitel dient dem Methodenverständnis und definiert die notwendigen Elemente zur Methodenentwicklung. Anschließend werden diese Elemente weiter ausgeführt. Dabei beinhaltet Kapitel 4.2 das Metamodell der Planungsmethode, mit deren Hilfe die Ausprägungen und der Zusammenhang zwischen den einzelnen Elementen gezeigt wird. Anschließend werden in Kapitel 4.3 die notwendigen Rollen definiert und erläutert, welche für die PSS-Planungsmethode in Betracht gezogen werden. Kapitel 4.4 erläutert den Aufbau der Methode auf Basis der notwendigen Aktivitäten, die bei der agilen PSS-Planung durchlaufen werden müssen. Das Kapitel stellt den Rahmen des Vorgehens dar. Dieser Rahmen wird in den anschließenden Kapiteln 4.5 und 4.6 mit Techniken gefüllt, die das Erreichen der jeweiligen Ergebnisse innerhalb der Aktivitäten ermöglichen. Die organisatorische Implementierung der Methode wird in Kapitel 4.7 adressiert. Hier wird die Verankerung der Methode in der Unternehmensorganisation und die Bereitstellung der dazu notwendigen Ressourcen betrachtet. Die nachfolgende Abbildung 4-1 zeigt den Aufbau des Hauptteils.

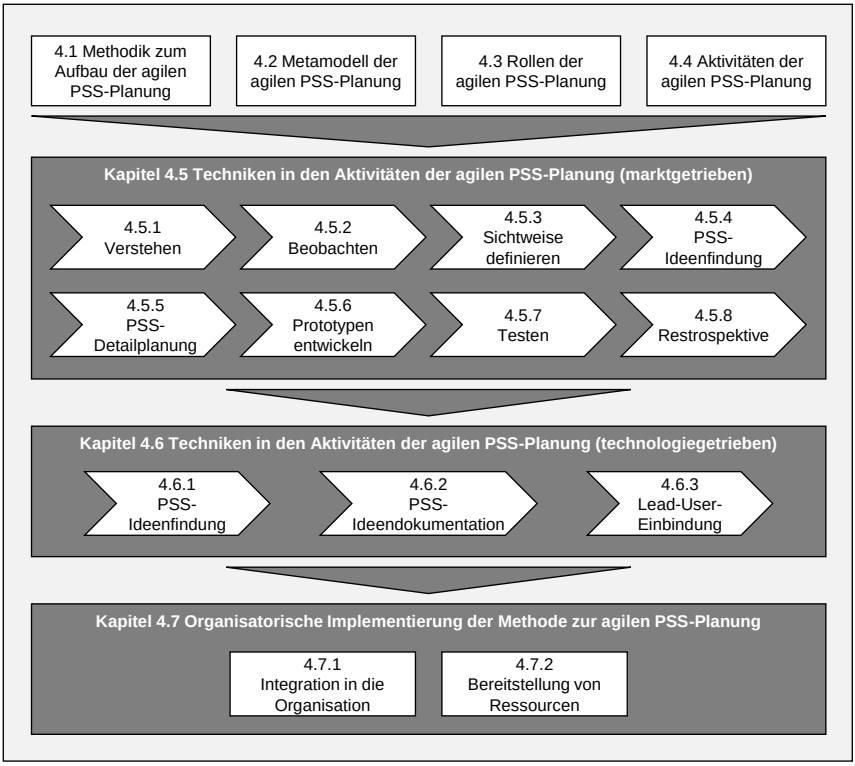



Abbildung 4-1: Aufbau des Methodenteils

## 4.1 Methodik zum Aufbau der agilen PSS-Planung

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise erläutert, die gewählt wurde, um die Methode zur agilen PSS-Planung zu entwickeln. Zum Aufbau und der Detaillierung der Methode wird die Meta-Methode des Methoden Engineerings nach GUTZWILLER herangezogen [Gutz94]. Bereits in den Arbeiten von THORING und MÜLLER [Thor11c] und SCHALLMO [Scha17] wurde diese Meta-Methode zur Beschreibung von DT erfolgreich eingesetzt. Auch KLEIN nutzt ein solches Referenzmodell [Klei16], welches sich an BROY und KUHRMANN orientiert, inhaltlich allerdings große Überschneidungen zeigt [Broy13]. Das Meta-Modell des Methoden Engineerings repräsentiert die einzelnen Komponenten der Methode und wird in der nachfolgenden Abbildung 4-2 dargestellt.

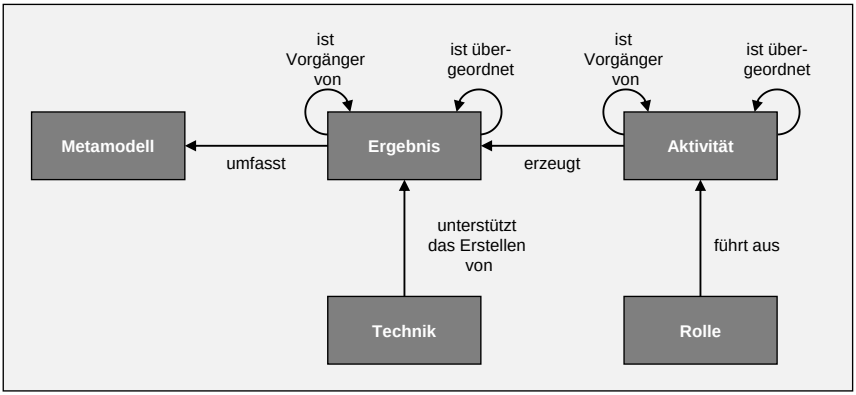



Abbildung 4-2: Metamodell des Methoden Engineerings [Scha17, Öste03]

Die einzelnen Komponenten werden im Nachfolgenden nach ÖSTERLE und BLESSING und SCHINDLHOLZER beschrieben [Schi14, Öste03]:

- **Aktivität:** Eine Aktivität ist eine Verrichtungseinheit mit einem oder mehreren Zielen. Ein Vorgehensmodell entsteht durch eine zeitliche und sachlogische Reihenfolge von Aktivitäten.
- **Rolle:** Das Vorgehen bzw. die Aktivitäten werden von verschiedenen beteiligten Akteuren durchlaufen. Die Beteiligten nehmen dabei verschiedene Rollen wahr. Einer Rolle können Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten zugeordnet werden.
- **Technik:** Das Erreichen des Ziels jeder Aktivität wird durch Techniken unterstützt. Diese Techniken bieten Anleitungen zur Ergebniserstellung. Ein gleiches Begriffsverständnis liegt innerhalb der Agilen Systematik für Agile Techniken vor. Sie repräsentieren konkrete Verfahren zur Umsetzung agiler Werte und Prinzipien (siehe auch Abbildung 2-10).
- **Ergebnis:** Die Nutzung von Techniken einer Rolle innerhalb einer Aktivität führt zu einem Ergebnis. Dieses wird in einer definierten Form dokumentiert.
- **Metamodell:** Das Metamodell beschreibt die Beziehungen zwischen den einzelnen Gestaltungselementen der Methode.

Die nachfolgenden Kapitel zeigen die Ausgestaltung der hier definierten Methodenelemente, die für eine agile PSS-Planung notwendig sind.

## 4.2 Metamodell der agilen PSS-Planung

In diesem Kapitel wird das Metamodell der Planungsmethode als problemorientierte Sicht aufgestellt. Das Metamodell der Planungsmethode entspricht hinsichtlich der Logik im Wesentlichen dem Referenzobjektmodell nach FUCHS [Fuch07]. Es repräsentiert die einzelnen Gestaltungselemente der Planungsmethode und deren Beziehungen zueinander. Für den formal korrekten Aufbau des Metamodells wird folgende UML-Notation in Anlehnung an [Schi14] (siehe Abbildung 4-3) eingesetzt.

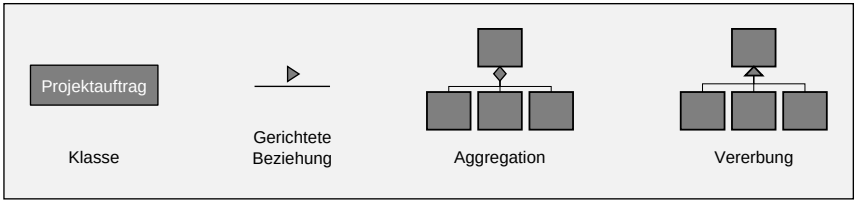



Abbildung 4-3: UML-Notation für das Metamodell

Die nachfolgende Abbildung 4-4 zeigt das Metamodell der PSS-Planungsmethode. Anschließend werden die einzelnen Elemente des Metamodells in Tabelle 4-1 kurz erläutert. Dies bildet die Basis für die weiteren Ausführungen in den nachfolgenden Kapiteln.

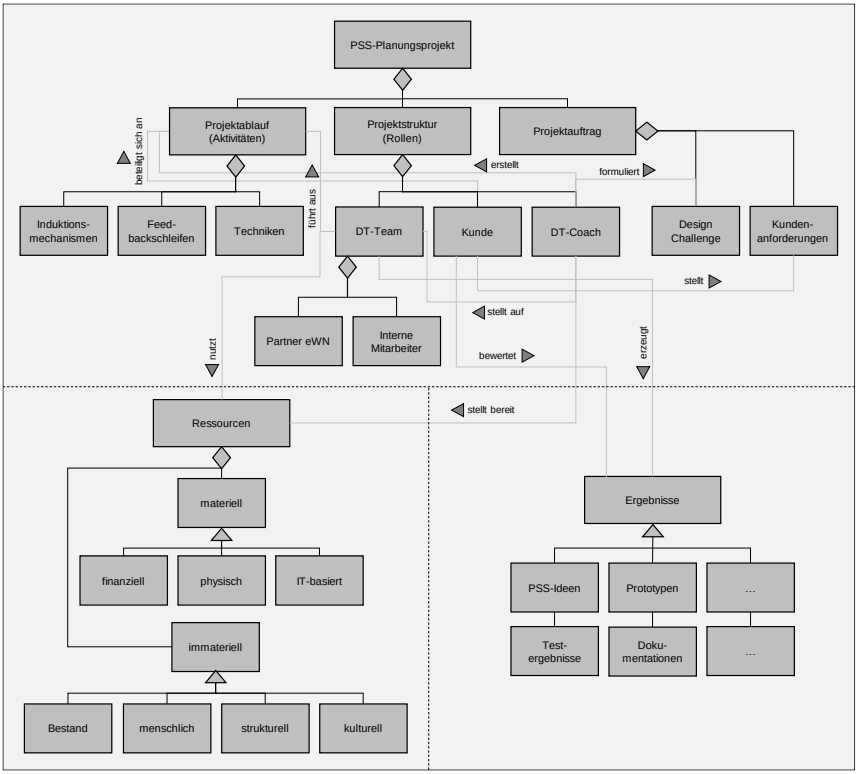



Abbildung 4-4: Metamodell der Methode zur agilen PSS-Planung

| Entität | Erläuterung |
|---|---|
| PSS-Planungsprojekt | Das Projekt, in dem die PSS-Planungsmethode eingesetzt wird. |
| Projektauftrag | Der Projektauftrag beschreibt die Planungsaufgabe und beinhaltet somit die Problemstellung und Kundenanforderungen. |
| Design Challenge | Die Problemstellung wird auch Design Challenge genannt und stellt das eigentliche Thema des Projektauftrags dar. |
| Kundenanforderungen | Kundenanforderungen stellen die Rahmenkriterien dar, die es durch die Prototypen umzusetzen gilt. |
| Projektstruktur | Die Projektstruktur beinhaltet die unterschiedlichen Akteure mit spezifischen Rollen innerhalb der Methode |
| DT-Team | Das DT-Team setzt sich aus Mitarbeitern unterschiedlicher Abteilungen und Partnern des eWN zusammen und wird am Anfang des PSS-Planungsprojekts gebildet. |
| DT- Coach | Der DT-Coach hat die Aufgabe, die Rahmenbedingungen des Planungsprojekts mit dem Kunden zu definieren, das Team zusammenzustellen und dieses während des gesamten Ablaufs zu betreuen und zu motivieren. |
| Kunde | Der Kunde kann in einzelnen Aktivitäten bzw. bei der Nutzung einzelner Techniken integriert werden und gibt dem DT-Team Rückmeldung an verschiedenen Stellen des Vorgehens. |
| Partner eWN | Die Partner des eWN bilden zusammen mit dem PSS-Anbieter das DT-Team |
| Interne Mitarbeiter | Die Mitarbeiter des PSS-Anbieters bilden zusammen mit den Partnern des eWN das DT-Team |
| Projektablauf (Aktivitäten) | Die Reihenfolge definierter Aktivitäten bilden den Projektablauf. Jede Aktivität nutzt verschiedene Techniken, um Ergebnisse zu erzeugen. |
| Induktionsmechanismen | Es lassen sich primär die marktgetriebene und die technologiegetriebene Induktion des Vorgehens unterscheiden. Je nach Induktionsmechanismus werden unterschiedliche Aktivitäten durchlaufen. |
| Feedbackschleifen | Die Feedbackschleifen ermöglichen es, Feedback zu erhalten, zu reflektieren und bei erneutem Durchlauf in die Ergebniserstellung einfließen zu lassen. |
| Ergebnisse | Ergebnisse entstehen durch die Anwendung von Techniken innerhalb von Aktivitäten durch verschiedene Rollen. Ergebnisse können in verschiedenen Formen auftreten. |
| PSS-Ideen | Ideen definieren mögliche Ausprägungsformen der späteren Lösung und stellen ein Ergebnis dar. |
| Dokumentationen | Dokumentationen halten bestimmte Informationen und Ergebnisse fest, sind allerdings auch selbst ein Ergebnis. |
| Prototypen | Mittels Prototypen werden PSS-Ideen materialisiert. Sie sind ein zentraler Bestandteil agiler Vorgehensweisen und dienen als Kommunikationsgrundlage. |
| Testergebnisse | Der Kunde testet die jeweiligen Prototypen und gibt dazu Feedback. Dieses Feedback wird vom DT-Team als Testergebnis aufgefasst und dient als Überarbeitungsgrundlage. |
| Ressourcen | Verschiedene materielle und immaterielle Ressourcen sind zur Umsetzung der Methode notwendig |

Tabelle 4-1 Elemente des Metamodells und deren Erläuterung

## 4.3 Rollen der agilen PSS-Planung

Im Metamodell des Methoden Engineerings wird gezeigt, dass Rollen durch die Ausführung verschiedener Aktivitäten Ergebnisse erzeugen. Die Rollen wurden im Metamodell der PSS-Planungsmethode (Abbildung 4-4) bereits abgebildet. In diesem Kapitel werden die Rollen des DT-Teams, welches sich aus internen Mitarbeitern des PSS-Anbieters und dessen Partnern aus dem eWN zusammensetzt, des DT-Coachs und des Kunden detailliert beschrieben.

**Design-Thinking-Coach**

Als erste Rolle wird der *Design-Thinking-Coach* (DT-Coach) definiert. Diese Rolle findet sich in verschiedenen Konzepten wieder, z. B. bei UEBERNICKEL et al. oder SCHINDLHOLZER [Uebe15, Schi14]. Der DT-Coach ist vergleichbar mit dem *Scrum Master* im Scrum-Rahmenwerk [Schw17]. Der DT-Coach übernimmt mehrere Aufgaben, dazu gehören die gemeinsame Gestaltung der Rahmenbedingungen mit dem Kunden zur erfolgreichen Prozessabwicklung, die Vermittlung von Wissen hinsichtlich der Methoden und Technik an die Mitglieder des DT-Teams und Förderung der agilen Kultur bzw. der Innovationskultur [Uebe15, Schi14]. Zu Beginn eines DT-Projekts müssen die jeweiligen Mitglieder des DT-Teams ausgewählt werden. Der DT-Coach ist für den Aufbau des DT-Teams und für die initiale Projektplanung verantwortlich und unterstützt das DT-Team bei der Selbstorganisation. Wichtig ist hierbei, dass der DT-Coach das Team über den gesamten Prozess begleitet. Denn die Kompetenzen der Partner aus dem eWN einzuschätzen, ist zu Beginn der Zusammenarbeit eines DT-Teams schwierig. Über einen längeren Zeitraum muss der DT-Coach je nach Problemstellung die Teamzusammensetzung anpassen. Weiterhin löst der DT-Coach Widerstände im Team auf und beseitigt Hindernisse, welche das Team an der inhaltlichen Arbeit hindern, wie beispielsweise die Beschaffung fehlender Ressourcen. Aus diesem Grund muss der DT-Coach die Mitarbeiter im Unternehmen kennen und deren Kompetenzen einschätzen können. Weiterhin muss dieser DT, PSS und die jeweils zugehörigen Techniken beherrschen und den Nutzen des Vorgehensmodells sowie der agilen Kultur vermitteln können. Wichtig ist hierbei, dass der DT-Coach nicht zwangsläufig inhaltlich mitwirkt, sondern eine passive Position auf einer Metaebene einnimmt.

**Design-Thinking-Team**

Das DT-Team setzt sich aus den Mitarbeitern des PSS-Anbieters und verschiedenen relevanten Partnern aus dessen eWN zusammen. Wie in Kapitel 2.7 erläutert, besteht das DT-Team aus multidisziplinären Mitgliedern, die ein T-Profil aufweisen. Innerhalb des Teams existieren keine hierarchischen Strukturen, es organisiert und steuert sich selbst. Dabei durchläuft es das Vorgehen bzw. die einzelnen Aktivitäten und nutzt dabei die Techniken zur Generierung von Ergebnissen. Das Team arbeitet eng mit dem Kunden zusammen. Wie bereits im ersten Teil der Arbeit beschrieben, können PSS-Anbieter bei der Gestaltung und Realisierung eines PSS nicht mehr auf Zulieferer und Dienstleister verzichten. Die Auswahl notwendiger Partner aus dem eWN in der Planungsphase hängt von der Problemstellung ab. Gerade bei datenbasierten PSS spielen digitale Technologien eine wichtige Rolle. Der PSS-Anbieter kann selbst nur in seltenen Fällen alle notwendigen Kompetenzen und Ressourcen stellen. Die Auswahl der Partner für ein Planungsprojekt hängt somit von den notwendigen Technologien und Ressourcen ab, die der PSS-Anbieter eben nicht selbst stellen oder neu aufbauen kann. Als Teil des DT-Teams erweitern Partner aus dem eWN den Lösungsraum durch Impulse aus deren Fachgebiete und darin entstehenden Innovationen. Zur Identifikation der passenden Mitglieder für das DT-Team gibt es unterschiedliche Vorgehensweisen. Die Zusammenstellung des DT-Teams ist Aufgabe des

DT-Coachs. Eine Methode zur Zusammenstellung von Innovationsteams ist die am Department of Mechanical Engineering an der Stanford University entwickelte Methode *Teamology*. Dabei werden verschiedene Rollen, die entsprechend des Anwendungsfalls zu Beginn des DT-Projekts ausgewählt werden müssen, vorgeschlagen [Wild09]. Hierbei ist gemäß des in DT geforderten T-Profils darauf zu achten, dass die Teammitglieder sowohl eine tiefe Fachkenntnis in der Planung und Entwicklung einzelner PSS-Elemente haben (z. B. Konstruktion, Vertrieb, Softwareentwicklung etc.) und eine Fähigkeit zur schnellen Einarbeitung in andere Fachgebiete gegeben ist. Zudem sind sowohl Mitarbeiter des PSS-Anbieters als auch der Partner des eWN zu berücksichtigen. Weitere Eigenschaften der Teammitglieder, die in einem DT-Team auftreten können, werden in der nachfolgenden Tabelle 4-2 spezifiziert.

| **Rollenbezeichnung** | **Rollenbeschreibung** |
|---|---|
| Tester | Testet selbstständig die Leistungsgrenzen |
| Entrepreneur | Erforscht und entwickelt neue Produkte und Methoden |
| Prototyper | Entwickelt Modelle und Prototypen |
| Innovator | Synthese von neuen Produkten durch Modifikationen |
| Investigator | Sammelt Fakten und Wissen über frühere Erfahrungen |
| Visionary | Visualisierung unüblicher Design Formen und Anwendungen |
| Inspector | Entdeckt Fehler und setzt Standards und Spezifikationen durch |
| Strategist | Spekuliert über die Zukunft von Projekten und Produkten |
| Coordinator | Fokus auf zeit- und aufwandminimierende Aktivitäten |
| Diplomat | Harmonisiert das Team, Kunden und Konsumenten |
| Methodologist | Setzt Deadlines, verändert Prozesse und löst Engstellen auf |
| Conciliator | Identifiziert und löst zwischenmenschliche Probleme |
| Specialist | Analysiert Leistung und Wirksamkeit |
| Needfinder | Evaluiert menschliche Faktoren und Kundenanliegen |
| Reviewer | Vergleicht Leistungen mit definierten Zielen und Standards |
| Critiquer | Adressiert ästhetische und moralische Punkte |

Tabelle 4-2: Rollenbezeichnungen und -beschreibungen bei DT-Teams [Wild09]

Mit Hilfe dieser Beschreibung ist es zum einen möglich ein DT-Team zusammenzustellen zum anderen auch bei existierenden Teams zu überprüfen, ob notwendige Rollen fehlen und wie diese kompensiert werden können [Schi14].

**Kunde**

Die Rolle des Kunden ist hinsichtlich der kundenorientierten bzw. kundenintegrierten Planung von PSS ebenfalls ein wichtiger Faktor. Durch die Integration des DT-Gedankens wird der Schwerpunkt auf das Problemverständnis beim Kunden und die Entwicklung von Prototypen gegenüber traditionellen Problemlösungsmethoden verschoben. Hinsichtlich des Vorgehensmodells kann das DT-Team nur iterieren und dadurch bessere Lösungen generieren, wenn es

Feedback vom Kunden erhält. Der Kunde ist somit im gesamten Vorgehen wichtiger Ansprechpartner für das DT-Team. In einigen Fällen kann nochmals zwischen Kunde und Nutzer unterschieden werden. Beispielsweise unterstützt ein maschinennahes Assistenzsystem in erster Linie den Nutzer bzw. den Maschinenbediener. Der Kunde, der die Maschine innerhalb eines PSS erwirbt, ist meist der Besitzer des Unternehmens. Die Unterscheidung ist deshalb notwendig, da die die Planungsmethode initiierende Kundenanregung bzw. -beschwerde in manchen Fällen vom Nutzer ausgeht und nicht vom eigentlichen Kunden. Somit könnte der Kunde das eigentliche Bedürfnis dem DT-Team nur unzureichend wiedergeben. Der Kunde und der Nutzer können allerdings auch dieselbe Person sein. Im weiteren Verlauf wird der Einfachheit halber sowohl der Kunde als auch der Nutzer als Kunde bezeichnet.

## 4.4 Aktivitäten der agilen PSS-Planung

In diesem Kapitel wird die Aktivitätsreihenfolge des PSS-Planungsvorgehens aufgebaut. Dieses muss dabei die gestellten Anforderungen aus Kapitel 2.4 erfüllen. Dazu wird zuerst das Vorgehensmodell aufgebaut und anschließend die inhaltlichen Vorgehensweisen der einzelnen Aktivitäten detailliert dargestellt.

Die einzelnen Aktivitäten im Vorgehensmodell werden mit Hilfe von UML-Aktivitätsdiagrammen modelliert. Dabei werden folgende Elemente der UML-Notation verwendet (basierend auf [Schi14]):

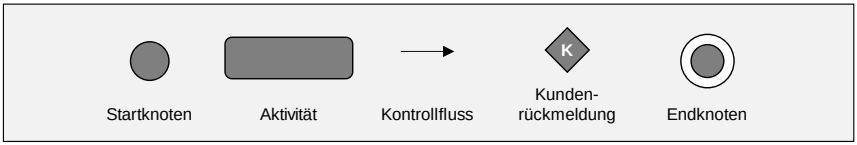



Abbildung 4-5: UML-Notation zur Visualisierung der Aktivitäten

Aufgrund der grundlegenden Struktur von DT und der dadurch begründeten marktgetriebenen Sicht von DT wird das neue Vorgehen zuerst marktgetrieben aufgebaut und anschließend technologiegetriebene Induktionen näher betrachtet.

Wie in Kapitel 2.7.2 erläutert, legt DT den Schwerpunkt auf die vor- und nachgelagerten Prozesse der Ideengenerierung. Aus diesem Grund wurden die ersten drei Aktivitäten *Verstehen*, *Beobachten* und *Sichtweise definieren* für ein tiefgreifendes Verständnis des Kunden in das neue Vorgehensmodell übernommen. Die Vorbereitung des Planungsteams auf die Planungsaufgabe ist aufgrund der unterschiedlichen Zusammensetzung des Teams aus Mitarbeitern des PSS-Anbieters und anderen Partner des eWN essenziell. Ziel der ersten drei Aktivitäten ist es, den Kunden und dessen Tätigkeitsfeld sowie dessen Arbeitsbedingungen ganzheitlich zu verstehen. Hierzu ist ein Kunde zu identifizieren, der dazu bereit ist und über die Ressourcen verfügt, neue Ideen realisieren zu können. Solche Kunden werden auch als Lead User bezeichnet, die sich hinsichtlich neuer Bedürfnisse und Trends vor anderen Wettbewerbern befinden und somit eher neue Ideen umsetzen [Hipp95]. Es können auch weitere Formen der Kundenintegration genutzt werden, z. B Fokusgruppen, bei denen mehrere Kunden in einem Workshop offen diskutieren [Lüth07]. Durch die Beobachtung des Kunden werden verschiedene Aspekte während seiner Arbeit aufgenommen, um so auch verdeckte Bedürfnisse identifizieren zu können. Diese Erkenntnisse werden in einer gemeinsamen Sicht konsolidiert und sind grundlegend für die sich anschließenden Aktivitäten. Damit auch der neue Ansatz eine Erfolgskontrolle bietet

und sich das DT-Team weiterentwickeln kann, werden zu Beginn der Aktivität *Verstehen* die jeweiligen Projektziele in Form einer Design Challenge festgelegt. Am Ende des Planungsprojekts wird somit eine Projektzielüberprüfung in Anlehnung an die Retrospektive aus dem Scrum-Rahmenwerk durchgeführt.

Die Aktivität der *PSS-Ideenfindung* schließt sich der Vorbereitungsphase an und beinhaltet die Ideengenerierung, -bewertung und -auswahl. Mit den Erkenntnissen der vorbereitenden Phasen liegt eine breite Informationsbasis zur Ideengenerierung vor. Im hier entwickelten Ansatz wird kein Sach- oder Serviceproduktkern a priori festgelegt. Es können daher neue PSS erdacht, bestehende Sachprodukte um neue Serviceprodukte ergänzt oder neue Sachprodukte mit bestehenden Serviceprodukten kombiniert werden. Zur Bewertung der PSS-Ideen müssen vorab Anforderungen oder Ziele festgeschrieben werden, anhand derer die Bewertung der identifizierten PSS-Ideen ablaufen kann.

Die Aktivität *PSS-Detailplanung* entsteht neu. Grund dafür ist zum einen, dass DT ein domänenunabhängiges Vorgehensmodell bietet. In dieser Arbeit wird jedoch eine spezifisch für PSS geeignete Planungsmethode entwickelt, sodass die Aktivitäten hinsichtlich der PSS-Elemente gestaltet werden müssen. Zum anderen sind bestehende Planungsmethoden zu unspezifisch gegenüber den Elementen des PSS. Zudem müssen durch die zunehmende Vernetzung und Digitalisierung insbesondere Infrastrukturen und Partner stets mit berücksichtigt werden. Eine Detailplanung dieser Elemente ist somit zwingend erforderlich.

Die *Entwicklung von Prototypen* ist charakteristisch für Agile Methoden und insbesondere DT, sodass eine solche Aktivität im Vorgehensmodell verankert wird. Ziel ist es in dieser Aktivität, die ausgewählten PSS-Ideen in Prototypen umzusetzen. Da sich die Prototypen iterativ bis zur Übergabe an die PSS-Entwicklung weiterentwickeln, muss jeweils nach der Prototypenaktivität eine Abstimmung mit dem Kunden stattfinden. Dies wird in der Aktivität *Testen* realisiert. Ziel dabei ist es, Rückmeldung des Kunden hinsichtlich der entwickelten Prototypen zu erhalten. Nur so kann kontinuierlich in jedem Iterationszyklus das Feedback aufgenommen und in die Aktivität der Prototypenentwicklung oder, wenn die Anforderungen des Kunden durch den Prototyp nicht erfüllt werden können, auch in andere Aktivitäten zurückgespielt werden.

Eine separate Dokumentationsaktivität, wie diese beispielsweise im Vorgehensmodell nach FUCHS verankert ist, findet nicht statt [Fuch07]. Die Ergebnisse müssen aufgrund des iterativen Charakters am Ende jeder Aktivität dokumentiert werden. Wie die Dokumentation in den jeweiligen Aktivitäten vonstatten geht, wird in den Kapiteln 4.5 und 4.6 näher erläutert. Anschließend an eine agile PSS-Planung folgt im Idealfall eine agile PSS-Entwicklung. Der Übergang zwischen PSS-Planung und PSS-Entwicklung wird durch die Übergabe der erhobenen Kundenanforderungen und Prototypen und deren Zusammenfassung in ein PSS-Backlog gestaltet. Die Entscheidung darüber, ob und welche in einem Planungsprojekt entstandenen Lösungen innerhalb der PSS-Entwicklung realisiert werden, muss auf Basis des Projektbudgets und durch die PSS-Ideenbewertung getroffen werden.

Nachdem die Reihenfolge der Aktivitäten aufgebaut wurde, wird die Induktion des Vorgehensmodells genauer betrachtet. Die Initiierung des entstandenen Vorgehensmodells ist aufgrund der Orientierung am DT-Vorgehensmodell marktgetrieben und basiert somit auf geänderten oder neuen Markt- bzw. Kundenanforderungen.

Hinsichtlich der Induktion von Innovationsprozessen existieren neben marktgetriebenen, wie in Kapitel 2.2.3 erläutert, auch technologiegetriebene Innovationen. Aus diesem Grund wird das Vorgehensmodell in dieser Hinsicht erweitert. Eine technologiegetriebene Induktion kann dabei auf verschiedenen Auslösern basieren, die im Folgenden anhand zweier Fallbeispiele erläutert werden:

**Fallbeispiel a):** Der PSS-Anbieter erkennt auf Basis seiner Technologiebeobachtung Vorteile bei der Integration einer neuen Technologie in die bereits vorhandenen Lösungen und der Entwicklung neuer Lösungen. Damit kann eine PSS-Planung technologiegetrieben initiiert werden.

**Fallbeispiel b):** Der PSS-Anbieter identifiziert eine bereits realisierte Lösung unter Nutzung einer neuen Technologie innerhalb einer anderen Branche (Cross-Industry Innovation [Echt14]). Beispielsweise kann der Verkauf der technischen Verfügbarkeit durch die sensorische Überwachung servicerelevanter Bauteile für die Landtechnik ebenso wie für die Werkzeugmaschinenbranche relevant sein.

Im ersten Fallbeispiel ist noch keine genaue PSS-Idee vorhanden. Dadurch müssen nach der Erfassung der Technologie und ihrer Potenziale PSS-Ideen generiert werden. Aus diesem Grund mündet die technologiegetriebene Induktion im Fallbeispiel a) zuerst in die Aktivität *PSS-Ideenfindung*.

Im zweiten Fallbeispiel ist bereits eine Lösung vorhanden, die in eine neue Domäne übertragen wird und dementsprechend dokumentiert werden muss. Aus diesem Grund mündet die technologiegetriebene Induktion im Fallbeispiel b) in die Aktivität *Ideendokumentation*.

Da für eine technologiegetriebene Induktion zu Beginn meist keine identifizierten Kundenbedürfnisse vorliegen und ohne Kundenintegration die Gefahr einer Ablehnung der Lösung durch den Kunden resultiert [Chri11], muss an dieser Stelle ebenso ein Lead User identifiziert werden, der dazu bereit ist und über die Ressourcen verfügt, neue Technologien zu integrieren und damit neue Lösungen zu entwickeln. Nach der Identifikation eines geeigneten Lead Users und dem Abgleich mit seinen Bedürfnissen mündet das Vorgehen in die aus der marktgetriebenen Induktion erläuterten *PSS-Detailplanung*. Die nachfolgenden Aktivitäten werden analog durchlaufen und an dieser Stelle nicht nochmals erläutert.

Im bisherigen Verlauf wurden die Aktivitäten sequenziell angeordnet. Um auf Änderungen reagieren zu können, muss der iterative Ablauf des DT in geeigneter Form übertragen werden. Hier stellt sich zunächst die Frage, an welchen Stellen im Vorgehensmodell der Kunde mit einbezogen werden kann und somit Änderungen durch den Kunden auftreten können. Hierbei ist zu unterscheiden, ob der Kunde innerhalb der Aktivität bzw. beim Einsatz verschiedener Techniken mitwirkt oder ob nach einer Aktivität seine Rückmeldung gefordert ist. Der Einsatz des Kunden innerhalb der Aktivitäten wird in den Kapiteln 4.5 und 4.6 näher erläutert. Wichtige Stellen im Vorgehensmodell, bei denen die Rückmeldung des Kunden für die Fortführung der Aktivitäten essenziell sind, sind die folgenden:

- Nach den ersten drei Aktivitäten bzw. der Vorbereitungsphase
- Nach der Aktivität *PSS-Ideenfindung*
- Nach der Aktivität *Testen*

Die Rückmeldung nach der Vorbereitungsphase ist deshalb wichtig, damit das DT-Team die konsolidierte Sichtweise, die aus den jeweiligen Informationen der Aktivitäten resultieren, validieren kann. Eine negative Rückmeldung kann aufgrund nicht adäquater Informationen aus der Aktivität *Verstehen*, aus falschen Rückschlüssen der Aktivität *Beobachtung* oder aus falschen Rückschlüssen bei der Konsolidierung der Erkenntnisse innerhalb der Aktivität *Sichtweise definieren* resultieren. Nach der Identifikation der Fehlerquelle muss die entsprechende Aktivität nochmals durchgeführt oder die Dokumentation der Ergebnisse entsprechend angepasst werden.

Damit die entwickelten PSS-Ideen auch die Bedürfnisse des Kunden adressieren, ist eine erneute Rückmeldung des Kunden nach der Aktivität *PSS-Ideenfindung* notwendig. Meist entstehen innerhalb der Ideenfindungsphase mehrere Ideen. Damit nur erfolgsversprechende Ideen die nachfolgenden Aktivitäten durchlaufen, müssen die entstandenen Ideen bewertet werden. Auf Basis der Rückmeldung können die erfolgversprechendsten PSS-Ideen gemeinsam mit dem Kunden ausgewählt werden. Dies ermöglicht eine schlanke Vorgehensweise, um nicht alle entstandenen PSS-Ideen durch das Vorgehensmodell zu führen. Somit wird verhindert, dass das DT-Team sich mit nicht erfolgsversprechenden PSS-Ideen beschäftigt. Entsprechen die PSS-Ideen nicht den Bedürfnissen des Kunden, kann eine erneute Durchführung der Aktivität *PSS-Ideenfindung* initiiert werden.

Die Umsetzung der gewählten PSS-Ideen in Prototypen verlangt eine *Test*-Aktivität, in welcher der Kunde den jeweiligen Prototypen testen kann. Eine negative Rückmeldung des Kunden bedeutet, dass die gewählte PSS-Idee nicht entsprechend den Kundenanforderungen umgesetzt wurde oder die Kundenanforderungen nicht in Gänze korrekt interpretiert wurden. Dementsprechend wird eine Neugestaltung des Prototyps verlangt. Eine positive Rückmeldung führt in den ersten Iterationen ebenfalls zum Rücksprung in die Aktivität *Prototypen entwickeln*, da sich der Prototyp bis zur letztendlichen Übergabe an die PSS-Entwicklung weiterentwickelt. Die Aktivitätsreihenfolge sowie die Rückmeldeschleifen (K) werden in der nachfolgenden Abbildung 4-6 dargestellt.

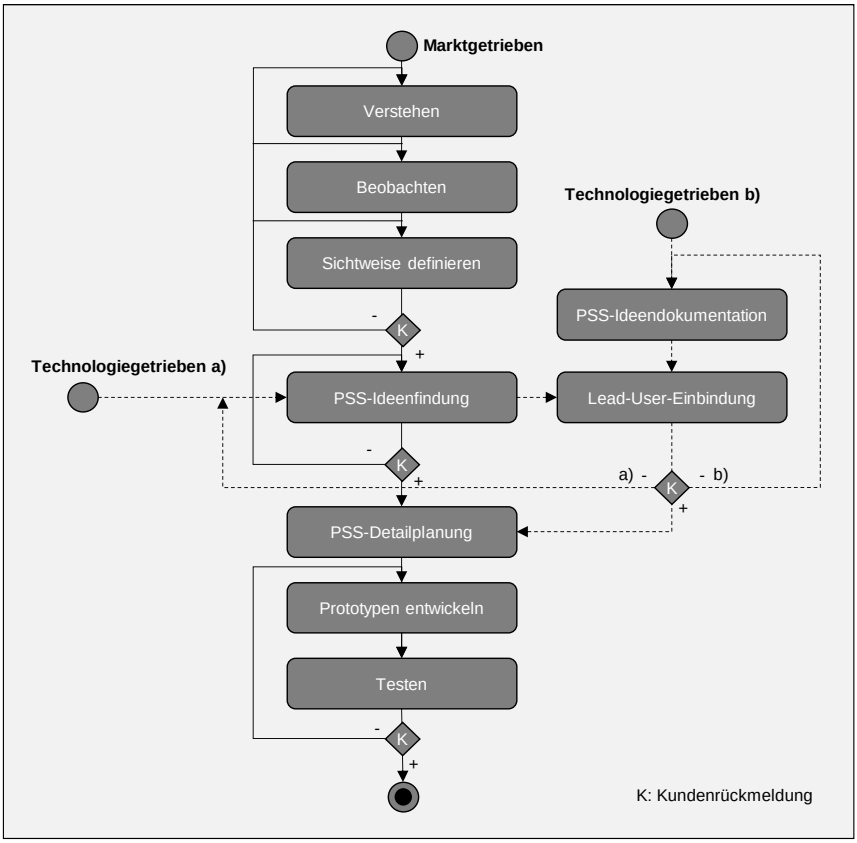



Abbildung 4-6: Aktivitäten im Vorgehensmodell der agilen PSS-Planung

Gemäß den agilen Prinzipien ist es notwendig, sich so früh wie möglich im Vorgehensmodell zwischen DT-Team und Kunde hinsichtlich der erzielten Ergebnisse auszutauschen. Damit dem Kunden schnellstmöglich tragfähige Elemente des PSS präsentiert werden können, entstehen insbesondere innerhalb der *PSS-Ideenfindung* und der Aktivität *Prototypen entwickeln* mehrere Alternativen, die zwangsläufig nicht alle eine positive Rückmeldung des Kunden hervorrufen. Dadurch erlangt das DT-Team Erkenntnisse und ist der Lage lernend, in den Aktivitäten voranzuschreiten.

Am Ende des Vorgehens für die agile PSS-Planung müssen die entwickelten Ergebnisse gemäß dem PSS-Lebenszyklus in die PSS-Entwicklung übergeben werden. Eine agile PSS-Planung ist der erste Schritt zu einem agilen PSS-Lebenszyklusmanagement. Gemäß diesem Gedanken würde sich der agilen PSS-Planung eine agile PSS-Entwicklung anschließen. Die oft in der Softwareentwicklung genutzte Agile Methode Scrum arbeitet mit Backlogs, in denen alle Anforderungen an eine Lösung dokumentiert werden. Das Entwicklungsteam wählt für einen Entwicklungssprint Anforderungen aus und detailliert diese bei Bedarf und setzt diese innerhalb mehrerer Sprints um. Bei jeder Sprint-Planung greift das Team auf das Backlog zurück. Ändern

sich die Anforderungen beispielsweise durch den Kunden, ändert sich auch das Backlog. Somit muss das Vorgehensmodell der agilen PSS-Planung die Schnittstelle zu dem Backlog der PSS-Entwicklung stets mit berücksichtigen.

## 4.5 Techniken in den Aktivitäten der agilen PSS-Planung (marktgetrieben)

In diesem Kapitel werden, basierend auf den zuvor angeordneten Aktivitäten, die genutzten Techniken erläutert. Einzelne Techniken werden dabei in Bezug auf PSS angepasst. Die Techniken dienen der Ergebnisentwicklung innerhalb der Aktivitäten und bilden eine Art Handlungsanweisung. Es kommen mehrere Techniken innerhalb einer Aktivität zum Einsatz. Dementsprechend entstehen Zwischenergebnisse als Output, die jeweils Input für die nachfolgende Technik darstellt. Der Ablauf der Techniken innerhalb der Aktivitäten wird wiederum in Form von UML-Aktivitätsdiagrammen modelliert. Zu Beginn werden die Techniken innerhalb der Aktivitäten aus der Sicht der marktgetriebenen Induktion beschrieben (siehe Abbildung 4-7). Daran angeschlossen werden die Techniken der beiden technologiegetriebenen Vorgehensweisen genauer analysiert und in den Kontext des Vorgehens gesetzt.

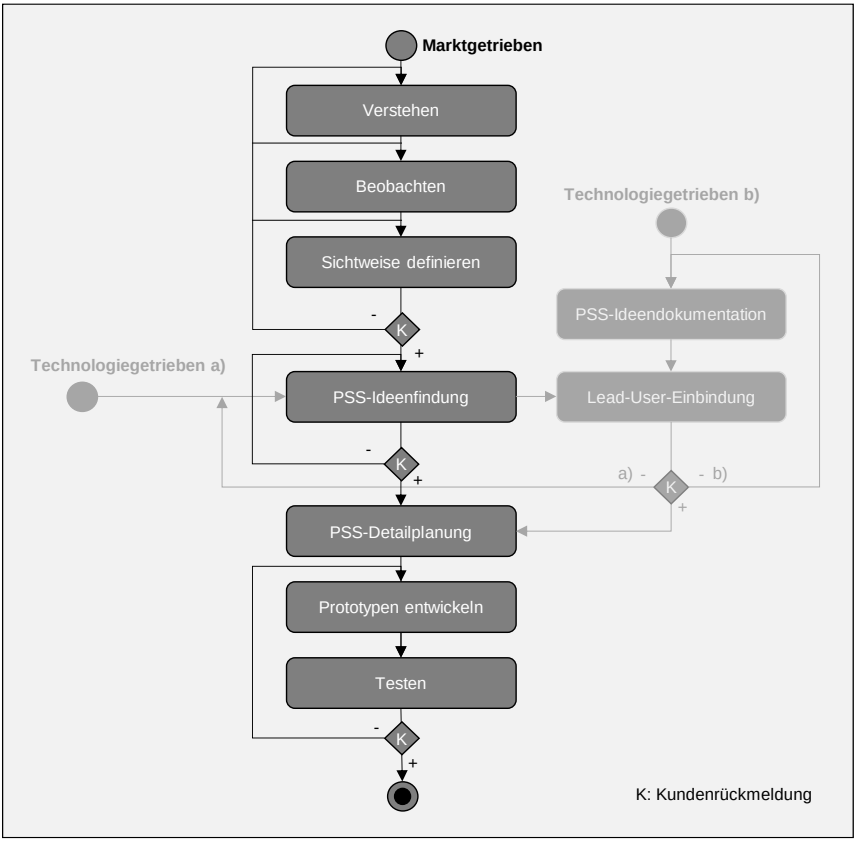
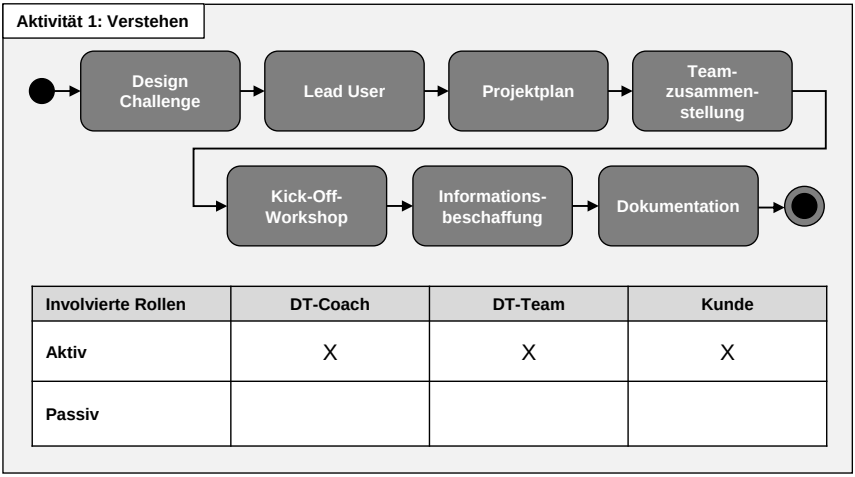



Abbildung 4-7: Aktivitäten des Vorgehensmodells (marktgetrieben)

### 4.5.1 Aktivität *Verstehen*

Die Aktivität *Verstehen* bildet die erste Aktivität im marktgetriebenen Vorgehensmodell. Die nachfolgende Abbildung 4-8 zeigt den detaillierten Aufbau der Aktivität durch den Einsatz von Techniken und der Zuordnung spezifischer Rollen. Anschließend werden diese näher erläutert. Alle definierten Rollen sind innerhalb dieser Aktivität aktiv. Die Beteiligung der Rollen an den jeweiligen Techniken wird im Verlauf des Kapitels dargelegt. Zu Beginn werden die Anforderungen bzw. Beschwerden, Anregungen oder Reklamationen verschiedener Kunden, die zur Initiierung der Planungsmethode führten, vom DT-Coach erfasst.




| Involvierte Rollen | DT-Coach | DT-Team | Kunde |
|---|---|---|---|
| Aktiv | X | X | X |
| Passiv | | | |

Abbildung 4-8: Techniken der ersten Aktivität *Verstehen*

Darauf aufbauend wird die sogenannte *Design Challenge* [Thor11c] vom DT-Coach initial erstellt. Darin inbegriffen ist eine textuelle Problembeschreibung basierend auf den Anforderungen, die Definition der relevanten Kundengruppe, die Problemstellung in Form der Design Challenge und bereits bestehende Restriktionen. Die Design Challenge wird mit einem „Wie können wir"-Satz für die ausgewählte Zielgruppe unter Einhaltung der Restriktionen formuliert. Diese beinhalten das wicked problem, also die Problemstellung, die hinsichtlich der Ursache durch den Kunden nicht genau beschrieben werden kann. Dabei ist darauf zu achten, dass diese nicht zu weit und nicht zu eng gefasst wird [Plat11]. Je nach Kundenfeedback im Verlauf des PSS-Planungsansatzes kann die Design Challenge angepasst werden. Die nachfolgende Abbildung 4-9 zeigt eine Möglichkeit zur Dokumentation der Design Challenge.

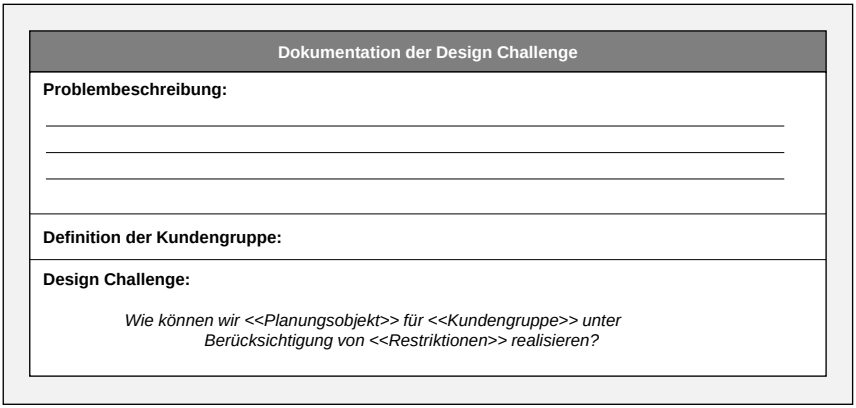



Abbildung 4-9: Dokumentation der Design Challenge (in Anlehnung an [Uebe15])

Nachdem der DT-Coach die Design Challenge beschrieben und die relevante Kundengruppe identifiziert hat, muss dieser einen geeigneten *Lead User* identifizieren. Optimalerweise hat dieser Lead User bereits zur Initiierung der PSS-Planung beigetragen. Zur Identifikation geeigneter Lead User existieren unterschiedliche Vorgehen. LÜTHJE und HERSTATT schlagen unter anderem einen *networking approach* vor, bei dem Kunden hinsichtlich neuer Bedürfnisse und der damit verknüpften Entwicklung eigener Lösungen befragt werden [Lüth04]. Es können auch andere Vorgehen zur Identifikation eines Lead Users eingesetzt werden. Werden mehrere passende Kunden identifiziert, kann daraus auch eine Fokusgruppe gebildet werden [Lüth07].

Im Anschluss an die Identifikation des Lead Users muss der DT-Coach gemeinsam mit dem Kunden die Rahmenbedingungen des Projekts festlegen. Darunter fällt z. B. eine eventuelle Anpassung der Design Challenge, die Abschätzung der ungefähren Projektdauer sowie die Festlegung eines ungefähren Projektbudgets. Gemeinsam wird ein erster *Projektplan* erarbeitet, um die Dauer des PSS-Planungsprojekts abschätzen und anschließend Mitarbeiter des PSS-Anbieters und der jeweiligen Partner aus dem eWN als Mitglieder des DT-Teams auswählen zu können. Wichtig dabei ist, dass im Projektplan die Schritte des PSS-Planungsvorgehens in einen zeitlichen Kontext gesetzt werden und mögliche Hindernisse bereits zu Beginn identifiziert und aufgenommen werden (siehe Abbildung 4-10). Entsprechend den agilen Prinzipien werden für die jeweiligen Aktivitäten einzelne Zeiträume (Timeboxes) bis zur Präsentation beim Kunden festgelegt. Diese Zeiträume können im nachfolgenden Projekt-Kick-off gemeinsam mit dem DT-Team nochmals abgestimmt und angepasst werden, sind im Anschluss allerdings zwingend einzuhalten. Sollten bis zu diesem Zeitpunkt nicht alle Aufgaben bzw. Anforderungen aus Sicht des DT-Teams und des Kunden erledigt sein oder ist der Kunde hinsichtlich der Umsetzung seiner Bedürfnisse innerhalb der entstehenden PSS-Lösung nicht zufrieden, findet eine Iteration statt.

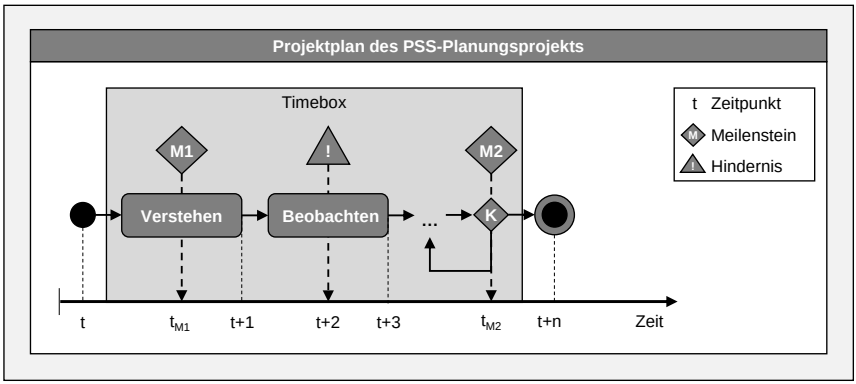



Abbildung 4-10: Projektplan mit zeitlicher Einordnung der Aktivitäten, Kundenfeedbackpunkten, Meilensteinen und Hindernissen

Aufbauend auf dem Projektplan und den Zielen in Form der Design Challenge findet die *Teamzusammenstellun*g durch den DT-Coach statt. Es wird generell eine Teamgröße von sechs bis acht Mitgliedern angestrebt. Bei weniger Mitgliedern leidet die Multidisziplinarität, bei mehr die Kommunikation und Synchronisation der Ergebnisse [Kerg17]. Den Großteil der Teammitglieder stellt dabei der PSS-Anbieter, geeignete Mitarbeiter der wichtigsten Partner des eWN füllen das Team auf.

Ein erster ganztägiger *Kick-off-Workshop* dient den Teammitgliedern zum persönlichen Kennenlernen und zur Abstimmung der Rahmenbedingungen des Projekts. Moderiert wird der Workshop vom DT-Coach. Den Teammitgliedern werden die Kundenanregungen bzw. -beschwerden, das PSS-Planungsvorgehen in marktgetriebener Form sowie der erste Entwurf des Projektplans präsentiert (An dieser Stelle wird davon ausgegangen, dass die Mitglieder des DT-Teams mit agilen Projektmanagementprinzipien bereits vertraut sind bzw. im Hinblick auf diese bereits geschult wurden). Änderungen am Projektplan, wie die Anpassung der Dauer einzelner Aktivitäten, der Berücksichtigung weiterer Hindernisse oder auch die Änderung der Timeboxes etc., können durch das DT-Team direkt eingearbeitet werden. Anschließend finden die ersten Tätigkeiten zur *Informationsbeschaffung* statt. Hierbei wird von den Mitgliedern des DT-Teams eine Strategie zur Informationsbeschaffung aufgestellt. Darunter fallen die Definition der jeweiligen Quellen und somit die Art der Informationsbeschaffung (Datenbanken, Experteninterviews, etc.) sowie die jeweiligen Zuständigkeiten.

Im Anschluss an den Workshop tragen die Mitglieder des DT-Teams unterschiedliche Informationen über die jeweiligen Kunden und deren relevanten PSS zusammen. Wichtige Informationen sind die zurzeit genutzten Sach- und Serviceprodukte und die dazu notwendige Infrastruktur. Sachproduktbezogene Informationen können beispielsweise Konstruktionszeichnungen, Simulationsmodelle, Schaltpläne, Fertigungs- und Montagezeichnungen etc. sein. Serviceproduktbezogene Informationen sind je nach Serviceprodukttyp beispielsweise Softwarebausteine, Reparaturanleitungen oder Wartungspläne. Informationen zur vorhandenen Infrastruktur sind z. B. Kommunikationsprotokolle, Datenformate, Informationen über notwendige Medien wie Druckluft, Strom, Wasser etc. Weiterhin müssen Informationen hinsichtlich des aktuell bestehenden eWN gesammelt werden. Es müssen die bestehenden Partnerschaften erfasst

und den jeweiligen PSS-Elementen zugeordnet werden. Beispielsweise wird ein externer Servicedienstleister, der ausschließlich für die Instandhaltung einzelner Komponenten verantwortlich ist, genau diesem Serviceprodukt auch zugeordnet. Des Weiteren werden Informationen hinsichtlich aktueller Trends und Entwicklungen in der adressierten Domäne (z. B. Landtechnik oder Intralogistik) bzw. hinsichtlich der Kundenanforderungen zusammengetragen. Dabei können Themenfelder wie die Entwicklung neuer Technologien, neue Geschäftsmodelle, neue Unternehmen auf dem Markt oder auch neue Regularien mit aufgenommen werden. Zur Dokumentation der identifizierten Trends und zu deren Bewertung kann beispielsweise ein Trendradar eingesetzt werden [Durs10]. Die Trends werden auf einem halbkreisförmigen Radarschirm in einzelne Kategorien eingeordnet, wobei die Größe des Trends die Wichtigkeit und der Abstand zum Mittelpunkt die aktuelle Beeinflussung durch den Trend darstellt (siehe Abbildung 4-11).

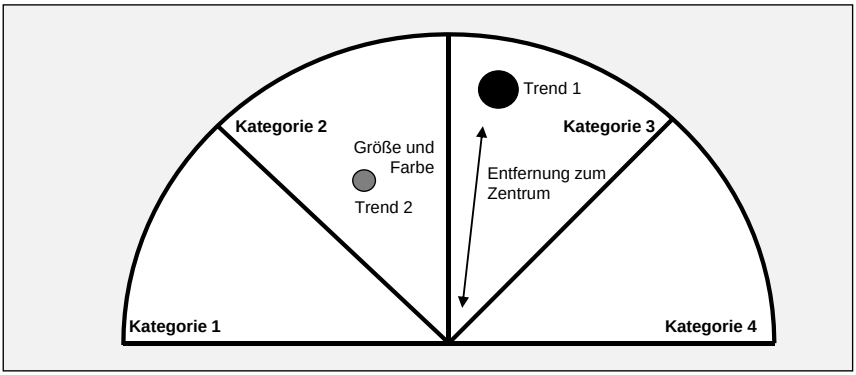
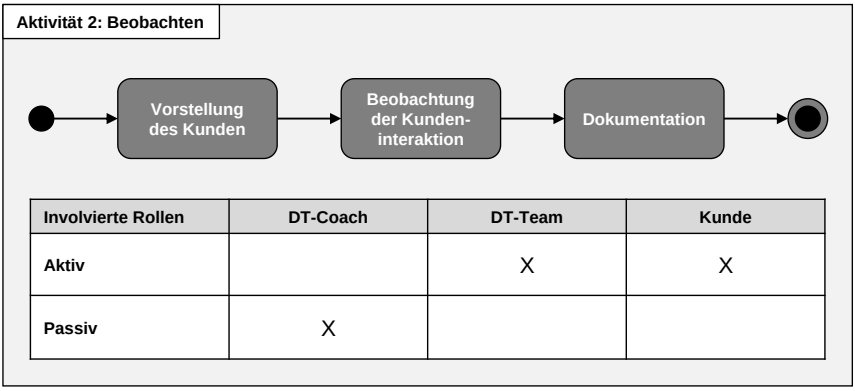



Abbildung 4-11: Trendradar nach DURST et al. [Durs10]

Auch Informationen hinsichtlich konkurrierender Unternehmen, wie beispielsweise deren PSS-Portfolio, Vertriebskanäle oder auch die Netzwerkstruktur sind wichtig. Die gesammelten Informationen werden von den einzelnen Teammitgliedern kategorisiert und für jeden zugreifbar abgelegt. Je nachdem, auf welchen Zeitraum die Informationsbeschaffung angelegt ist, kann eine tägliche Kurzbesprechung gewährleisten, dass alle Mitglieder über die Erkenntnisse bei der Informationsbeschaffung informiert sind. Erklärt das DT-Team die Informationsbeschaffung für beendet, werden die einzelnen Informationskategorien und deren Inhalte und Erkenntnisse in einem Workshop allen Teammitgliedern vorgestellt. Die Aktivität endet mit der Dokumentation der Workshop-Ergebnisse und die Aktivität *Beobachten* startet.

### 4.5.2 Aktivität *Beobachten*

Die nachfolgende Abbildung 4-12 zeigt das Vorgehen zur zweiten Aktivität *Beobachten* und die Zuordnung der jeweiligen Rollen. Anschließend werden die einzelnen Techniken näher erläutert.




| Involvierte Rollen | DT-Coach | DT-Team | Kunde |
|---|---|---|---|
| Aktiv | | X | X |
| Passiv | X | | |

Abbildung 4-12: Techniken der zweiten Aktivität Beobachten

Die Aktivität *Beobachten* findet beim ausgewählten Lead User der adressierten Kundengruppe statt. Die aktiven Rollen innerhalb der Aktivität sind das DT-Team und der Kunde. Der DT-Coach nimmt hier lediglich eine passive Rolle ein und unterstützt bei Bedarf. Das Arbeitstreffen beginnt mit der *Vorstellung des Kunden*. Hierbei vermittelt der Kunde Informationen aus seiner Perspektive an das DT-Team. Auch wenn sich einzelne Informationen mit denen aus der vorhergehenden Informationsbeschaffung aus der Aktivität *Verstehen* überschneiden, werden meist zusätzliche wichtige Informationen offengelegt. Der Kunde informiert das DT-Team über das Unternehmen, die Tätigkeitsbereiche, die Aufbau- und Ablauforganisation hinsichtlich der betroffenen Geschäftsbereiche, die Marktsituation, sowie über aktuell vom PSS-Anbieter bezogene PSS. Dadurch wird die Informationsbasis aus der ersten Aktivität um weitere Informationen aus Kundensicht ergänzt. Die einzelnen Mitglieder des DT-Teams dokumentieren jeweils separat die Informationen.

Im Anschluss an die Vorstellung des Kunden folgt die *Beobachtung der Kundeninteraktion*. Dazu wird der Kunde während typischer Tätigkeiten und somit der Nutzung des PSS vom DT-Team beobachtet. Es ist aufgrund des zu entwickelnden Problemverständnisses und den darauf aufbauenden zu entwickelnden Problemlösungsansatz unabdingbar, den Kunden bei seinen Tätigkeiten zu beobachten, um sein Handeln verstehen zu können. Dabei soll der Kunde möglichst viele typische Tätigkeiten sowohl sachprodukt- als auch serviceproduktorientiert durchführen. Die Erkenntnisse aus der Beobachtung sind wiederum von jedem Mitglied des DT-Teams zu dokumentieren. Bei der Beobachtung kann sich das DT-Team an folgenden Schwerpunkten orientieren: Action, Environment, Interaction, Object, User [Uebe15]. Dazu können folgende Fragestellungen als Grundlage dienen:

- ❑ Was sind die Ziele der Aktivität?
- ❑ Wie läuft die Aktivität ab?
- ❑ Wer sind die involvierten Akteure?
- ❑ Welche Objekte und Systeme sind innerhalb der Aktivität wichtig?
- ❑ Wie ist die Umgebung gestaltet?

Die Fragen können erweitert und ergänzt werden. Die Teammitglieder dokumentieren jeweils ihre Beobachtungen, wobei Rückfragen an den Kunden möglich sind. Werden Probleme identifiziert, kann durch die aus Lean bekannte Technik *Repeating Why five times* die Kernproblematik offengelegt werden [Uebe15, Ōno08].

Zur *Dokumentation* kann das nachfolgende Template (siehe Abbildung 4-13) eingesetzt werden. Es können je nach Anwendungsfall mehrere Templates für unterschiedliche Aktivitäten ausgefüllt werden. Die Aktivität wird dabei in einzelne Aktivitätsschritte aufgeteilt. Aus den Beobachtungen werden die Bedürfnisse des Kunden abgeleitet und dem jeweiligen Aktivitätsschritt zugeordnet. Auch Film- und Fotoaufnahmen der jeweiligen Tätigkeiten dienen der Erweiterung der Informationsbasis. Die Beobachtung dient ebenfalls dazu, Bedürfnisse zu identifizieren, die nicht zwingend eine Schnittmenge mit den initialen Kundenbedürfnissen bzw. mit der definierten Design Challenge aufweisen. Diese Bedürfnisse fließen in den Ideenspeicher, um weitere nutzenstiftende PSS für den Kunden zu gegebener Zeit zu gestalten. Aufgrund der unterschiedlichen Fachgebiete der Teammitglieder ist davon auszugehen, dass jedes Mitglied (ähnlich zur Dokumentation der Informationen bei der *Vorstellung des Kunden)* bei der Beobachtung der Kundentätigkeit eine Gegebenheit anders wahrnimmt. Dies vergrößert die Informationsbasis und den zu eröffnenden Lösungsraum. Nachdem die Teammitglieder ihre Erkenntnisse aus der Beobachtung und den Nachfragen dokumentiert haben, endet der Beobachtungsworkshop beim Kunden. Es können sich auch weitere Beobachtungsworkshops bei anderen Kunden anschließen, bei denen analog verfahren wird. Die Dauer des Beobachtungsworkshops sollte einen Tag nicht überschreiten. Nach dem Beobachtungsworkshop endet die Aktivität *Beobachten* und die nächste Aktivität startet.

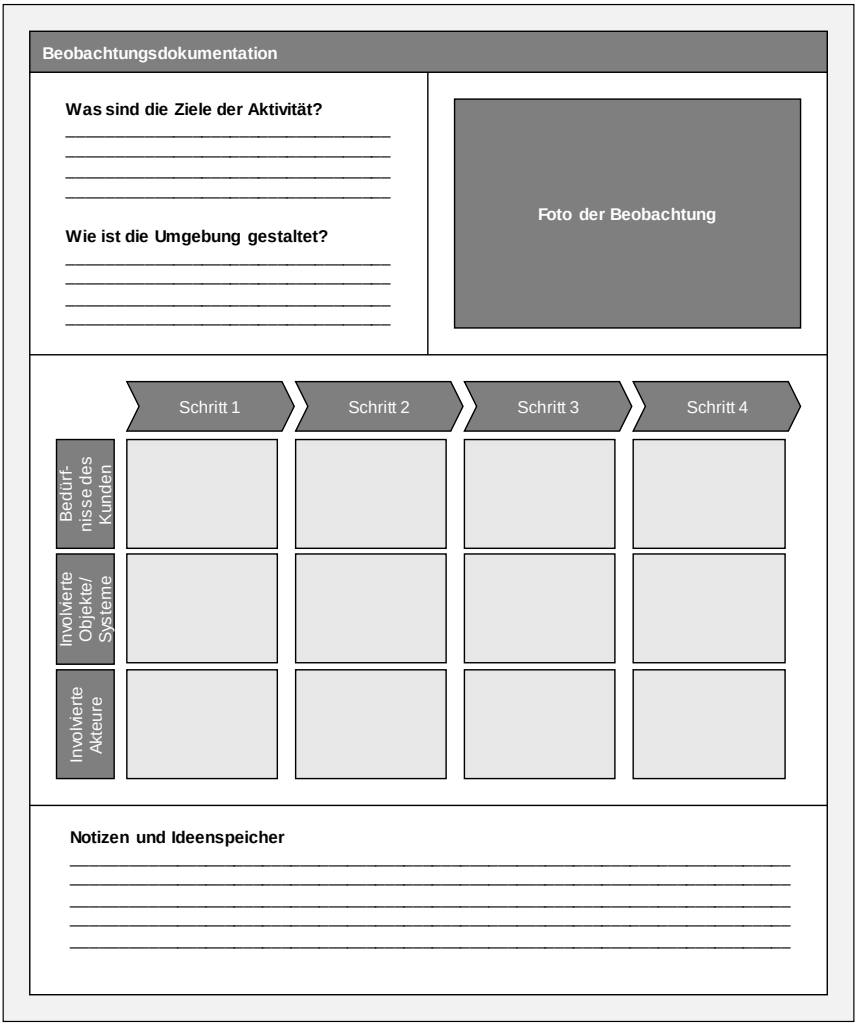
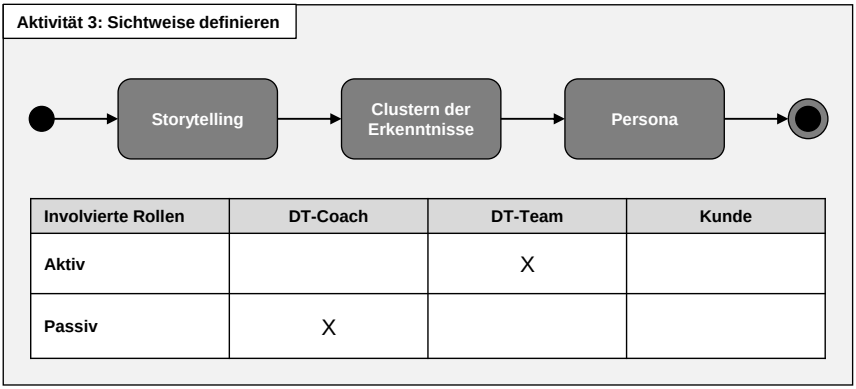



Abbildung 4-13: Template zur Beobachtungsdokumentation

### 4.5.3 Aktivität *Sichtweise definieren*

Innerhalb der dritten Aktivität *Sichtweise definieren* werden die gesammelten Ergebnisse aus der Informationsbeschaffung der Aktivität *Verstehen*, der Kundenvorstellung und der Beobachtung der Aktivität *Beobachten* zusammengeführt [Thor11c]. Die Aktivität nutzt daher die in Abbildung 4-14 prozessual dargestellten Techniken.




| Involvierte Rollen | DT-Coach | DT-Team | Kunde |
|---|---|---|---|
| Aktiv | | X | |
| Passiv | X | | |

Abbildung 4-14: Techniken zur dritten Aktivität *Sichtweise definieren*

Die Aktivität beginnt mit der Technik *Storytelling*. Das Storytelling ist nach UEBERNICKEL et al. neben einer Technik zur Visualisierung von Problemstellungen auch eine Technik zur Entwicklung von Prototypen [Uebe15]. In dieser Aktivität müssen die Teammitglieder ihre Erkenntnisse aus der Kundenbeobachtung visualisieren, verbalisieren und in der Gruppe vorstellen. Die Visualisierung hilft dabei, das DT-Team auf kreativer Ebene anzusprechen und dadurch die Identifikation von Problemen und Kommunikation von Erkenntnissen zu unterstützen [Thor11c, Thor11a]. Aus den Beobachtungsergebnissen wird eine Story, also eine chronologische Abfolge einer Szene entwickelt. Durch die in der Aktivität *Beobachtung* erfassten Akteure können den einzelnen Szenen Rollen zugeordnet werden. Die daraus entstehenden Erkenntnisse und Bedürfnisse der einzelnen Präsentationen werden z. B. auf einer Metaplantafel gesammelt und thematisch gruppiert. Für jede Gruppe können Überschriften gewählt werden, um das Thema der Gruppe zu definieren.

Auf Basis der thematischen Gruppen wird anschließend mindestens eine *Persona* entwickelt. Die Persona stellt eine fiktive Person mit Eigenschaften und Bedürfnissen dar, die sich aus verschiedenen Kunden oder Kundengruppen zusammensetzt [Aoya05]. Dabei wurden Persona bereits erfolgreich sowohl bei der Entwicklung von Sachprodukten als auch Serviceprodukten eingesetzt [Prui03]. Durch den Einsatz einer Persona kann verhindert werden, dass sich die Entwicklung durch die Auswahl eines Lead Users nicht nur auf dessen explizite Bedürfnisse bezieht, sondern ein generelles Bedürfnis der Kundengruppe adressiert wird. Der fiktiven Person werden anwendungsfallspezifische Charakteristika wie etwa Alter, Beruf und Rolle, aber auch Motivation, Bedürfnisse und positive wie auch negative Erfahrungen zugeschrieben. Ziel ist es, die Persona mit den Erkenntnissen und Bedürfnissen aus dem Storytelling in Kontext zu bringen und während des Planungsprozesses immer wieder auf diese Persona zu referenzieren. Werden mehrere Beobachtungsworkshops mit ähnlichen Kunden durchgeführt, können die thematischen Gruppen in einer verallgemeinerten Persona zusammengeführt werden. Für den Fall, dass mehrere Beobachtungsworkshops mit unterschiedlichen Kundengruppen durchgeführt wurden, können auch mehrere Persona entwickelt werden. Die nachfolgende Abbildung 4-15 verdeutlicht die Entwicklung der Persona.

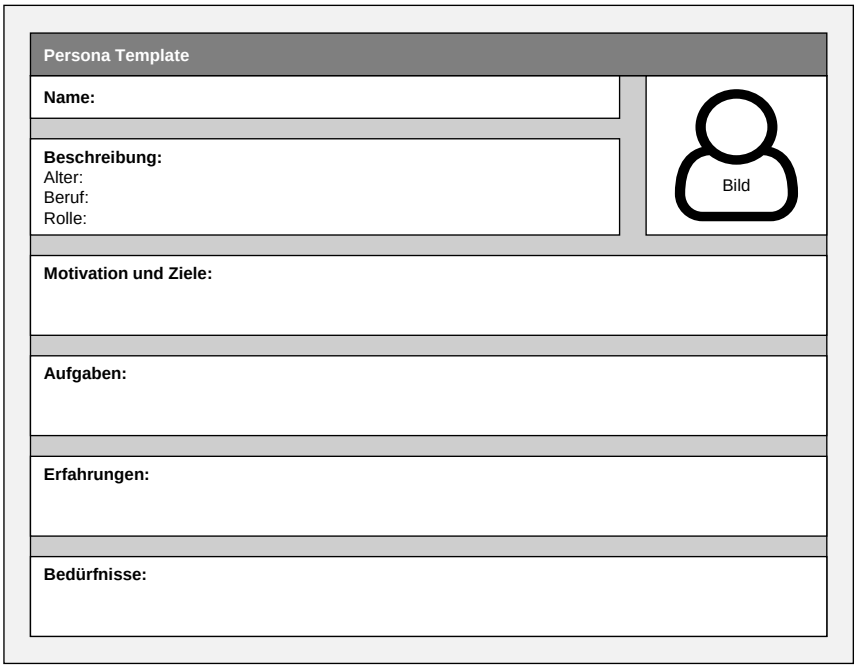


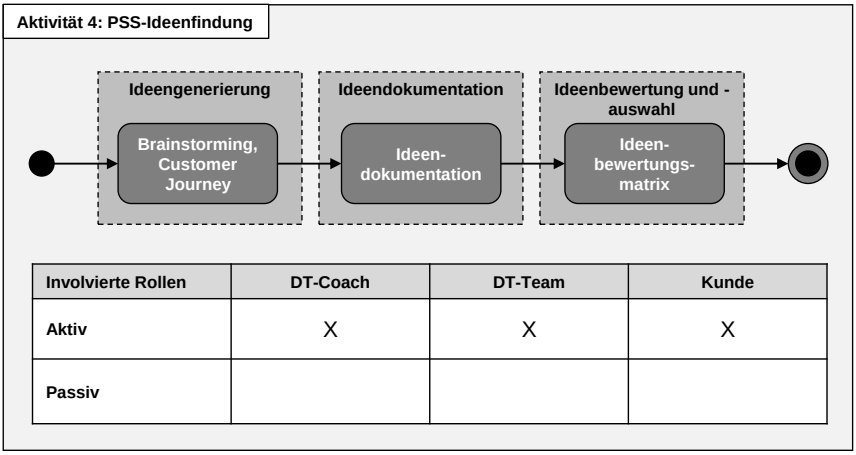

Abbildung 4-15: Template zur Erstellung einer Persona [Köls19]

Mit der Entwicklung der Persona wurden die Erkenntnisse der einzelnen DT-Teammitglieder konsolidiert und zusammengefasst. Die Aktivität *Sichtweise definieren* ist somit abgeschlossen.

Anschließend werden die Ergebnisse verschiedenen Stakeholdern präsentiert. Dies ist zum einen der Lead User, weitere Kunden, der DT-Coach sowie weitere Mitarbeiter des PSS-Anbieters, aber auch Partner des eWN können Teilnehmer der Vorstellung sein. Je mehr Rückmeldungen das DT-Team erhält, desto eher können Änderungen frühzeitig und somit kostengünstig umgesetzt werden. Die Rückmeldungen der Stakeholder werden aufgenommen und es wird gemeinsam entschieden, ob die nächste Aktivität gestartet werden kann oder ob ein Rücksprung in eine vorhergehende Aktivität und somit eine Iteration erforderlich ist. Welche Techniken innerhalb der Aktivitäten bei der Iteration durchlaufen werden müssen, hängt von der Art der Rückmeldung ab. Wurde anhand der Bedürfnisse des Kunden erkannt, dass die Design Challenge angepasst werden muss und darauf aufbauend weitere Informationen notwendig sind, muss der Projektplan und das DT-Team nicht geändert oder neu aufgebaut werden. Fehlen allerdings entscheidende Kompetenzen im Team, kann eine Umgestaltung des Teams notwendig werden. Der Kick-Off-Workshop wird nur initial durchgeführt. Weiterhin können ein zusätzlicher Beobachtungsworkshop und eine weitere Syntheseaktivität zur Konsolidierung neuer Erkenntnisse notwendig werden. Nach der Vorstellung und einer positiven Evaluation der Ergebnisse startet die Aktivität *PSS-Ideenfindung.*

### 4.5.4 Aktivität *PSS-Ideenfindung*

Innerhalb der Aktivität *PSS-Ideenfindung* werden drei Aktivitätsschritte durchlaufen, die Ideengenerierung, die Ideendokumentation und die Ideenbewertung und -auswahl. In jedem Aktivitätsschritt werden verschiedene Techniken eingesetzt. Die nachfolgende Abbildung 4-16 zeigt den Ablauf der Aktivität.




| Involvierte Rollen | DT-Coach | DT-Team | Kunde |
|---|---|---|---|
| Aktiv | X | X | X |
| Passiv | | | |

Abbildung 4-16: Techniken der vierten Aktivität *PSS-Ideenfindung*

Aufbauend auf der Informationsbasis und den Erkenntnissen aus dem Beobachtungsworkshop ist das DT-Team hinsichtlich der Problemstellung und der Bedürfnisse des Kunden sensibilisiert und kann somit Problemlösungsideen generieren. Die Methode nach THORING und MÜLLER beschränkt sich in dieser Aktivität auf den Einsatz der Brainstorming-Technik zur Ideengenerierung. Anschließend werden ähnliche Ideen kategorisiert und mittels Vergabe von Bewertungspunkten ausgewählt [Thor11b]. Im DT existiert jedoch eine Vielzahl an Kreativitätstechniken zur Ideengenerierung. In der Methode zur agilen Planung von PSS werden die Techniken Brainstorming und Customer Journey in Kombination eingesetzt.

Zu Beginn wird zur Ideengenerierung die Aktivitätsbeschreibung aus dem Beobachtungsworkshop zu einer sogenannten Customer Journey erweitert. Mit der Technik Customer Journey ist es möglich, den Weg des Kunden bei der Nutzung eines PSS offenzulegen und Berührungspunkte zwischen der Persona und dem PSS-Anbieter zu identifizieren [Neno08]. Abbildung 4-17 zeigt den Aufbau einer Customer Journey. Das Befüllen des Templates geschieht in einem internen Arbeitstreffen.

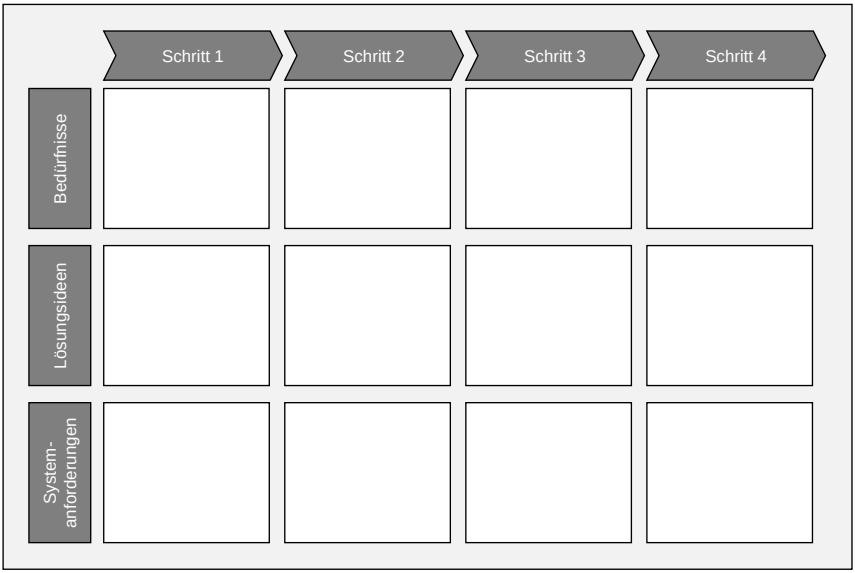



Abbildung 4-17: Customer Journey zur Ideengenerierung [Köls19]

Zur Erweiterung der Aktivitätsbeschreibung werden weitere Situationen bzw. Aktivitäten identifiziert, in denen der Kunde mit dem PSS-Anbieter oder dem PSS Berührungspunkte aufweist. Dies können auch vor- und nachgelagerte Aktivitäten der beobachteten Aktivität sein, sodass eine erweiterte Sicht auf die Kundenaktivitäten entsteht. Wenn der Prozess in der Aktivität *Beobachten* z. B. die Arbeit an einer Maschine umfasst, kann an dieser Stelle der Zeitraum beispielsweise ein Tag im Leben der Persona abbilden. Die bereits identifizierten Bedürfnisse werden den jeweiligen Aktivitätsschritten zugeordnet. Anschließend wird überprüft, ob die identifizierten Bedürfnisse auch auf weitere Aktivitätsschritte übertragbar sind. Zur Befüllung der Zeile *Lösungsideen* bieten sowohl DT als auch die PSS-Planung nach FUCHS ähnliche Werkzeuge, darunter Brainstorming, Brainwriting, TRIZ, Laterales Denken, Szenariotechnik etc. [Fuch07]. Die PSS-Planungsmethode soll diese Auswahl zur intuitiv-kreativen oder systematisch-analytischen Lösungsgenerierung nicht einschränken. Zur Verdeutlichung des Vorgehens wird die Kombination aus Brainstorming und Customer Journey eingesetzt. Wichtig ist hierbei, dass das DT-Team sich dahingehend selbst organisiert und eine oder mehrere Kreativitätstechniken auswählt und diese unter Einhaltung der jeweiligen Regeln durchführt. Die Lösungsideen werden, wie im DT üblich, mit Klebezetteln an in das jeweilige Feld der ausgedruckten Customer Journey geheftet. Kategorisiert werden die jeweiligen Lösungsideen hinsichtlich der betreffenden PSS-Elemente mit unterschiedlichen Farben der Klebezettel. Wichtig ist hierbei wiederum der Planungsgegenstand. Hat der Kunde bereits ein PSS im Einsatz, ist der Schwerpunkt der Ideengenerierung auf Ergänzungen und Erweiterungen des Sachprodukts sowie auf neue Serviceproduktideen oder auch neue Geschäftsmodelle zu legen. Liegt nur eine Problemstellung ohne bereits realisierte PSS vor, sind sowohl neue Sachprodukte als auch neue Serviceprodukte und somit neue PSS und Geschäftsmodelle in Betracht zu ziehen.

Anschließend an die Ideengenerierung müssen die Ideen selektiert werden. Dies ist notwendig, da bei Kreativitätstechniken wie Brainstorming die entstehenden Ideen im ersten Schritt nicht kommentiert werden, um den Lösungsraum offen zu halten. Zudem resultieren durch den Einsatz von Kreativitätstechniken Ideen, die zwar nutzenstiftend für den Kunden sind, allerdings nicht zur aktuellen Design Challenge passen. Daher werden nur Ideen weiterverfolgt, welche die aktuelle Design Challenge adressieren. Für die resultierenden Ideen werden erste Anforderungen an das System definiert. Diese Anforderungen dienen zur ersten Orientierung, was im weiteren Planungsverlauf aber auch in der PSS-Entwicklung berücksichtigt werden muss. Durch die Multidisziplinarität des Teams ist die Formulierung der Anforderung und die Nomenklatur einzelner Systemelemente wichtig. Eine Hilfestellung zur Formulierung von Anforderungen bieten Anforderungsschablonen beispielsweise nach RUPP und JOPPICH (siehe Abbildung 4-18 [Rupp14].

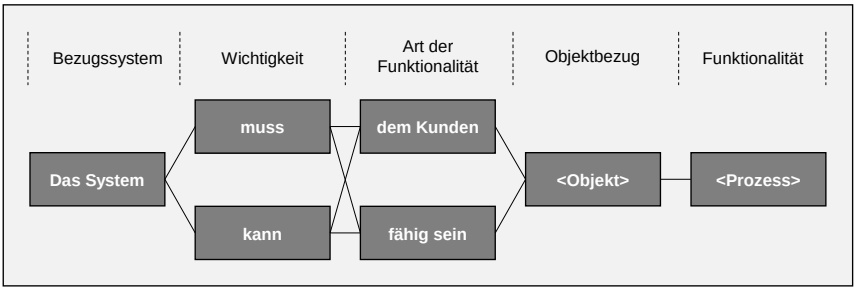



Abbildung 4-18: Anforderungsschablone nach RUPP und JOPPICH [Rupp14]

Anschließend an die Ideengenerierung mit Hilfe der Customer Journey müssen die selektierten Ideen konzeptionell erweitert, dokumentiert und bewertet werden. Damit der Konkretisierungsgrad der Ideen einheitlich ist, müssen diese vor der Bewertung ausreichend dokumentiert werden. Ein oft genutztes Template zur Dokumentation von Geschäftsmodellen stellt der von OSTERWALDER und PIGNEUR entwickelte Business Model Canvas (BMC) dar [Oste10]. Zur Beschreibung von Geschäftsmodellen müssen innerhalb dieses Werkzeugs neun Felder ausgefüllt werden, dazu zählen: Nutzenversprechen, Schlüsselpartner, -ressourcen, -aktivitäten, Kundensegmente, -beziehungen, -kanäle, Kostenstruktur und Erlöskonzept. Der BMC wurde von KÖSTER und ECHTERHOFF et al. dahingehend weiterentwickelt, dass den jeweiligen Feldern einzelne Partialmodelle zugeordnet wurden und der BMC um zusätzliche Felder *Vorteil für Anwender*, *Anreiz für Partner* und *Risiken* erweitert wurde [Echt16, Köst14]. Der BMC kann durch leichte Anpassungen auch zur Dokumentation von PSS-Ideen genutzt werden. Dazu wird das Feld *Nutzenversprechen* zur Beschreibung des PSS detailliert und um die Elemente *Sachprodukt* und *Serviceprodukt* ergänzt. Eine kurze Beschreibung, welchen Mehrwert dem Kunden durch die PSS-Idee entsteht, kann im Feld *Kerngedanke* festgehalten werden. Zudem ist eine Zuordnung zu dem adressierten Schritt der Kundenaktion aus der Customer Journey wichtig. Die Partner des eWN können im Feld *Schlüsselpartner* erfasst werden, die unterstützende Infrastruktur im Feld *Schlüsselressourcen*. Das Kundensegment wurde zu Beginn innerhalb der Design Challenge definiert und innerhalb der Persona detailliert. Es ist somit für alle generierten Ideen gleich und wird somit nicht dokumentiert. Erste Überlegungen zur *Kostenstruktur* und dem *Erlöskonzept* der Ideen können ebenfalls dokumentiert werden. Wie die Kunden von

der jeweiligen Lösung erfahren (Kundenkanäle) und wie die Beziehungen zu den Kunden gepflegt werden (Kundenbeziehungen), kann zu einem späteren Zeitpunkt genauer betrachtet werden. Die entsprechenden Systemanforderungen können ebenfalls aus der Customer Journey übernommen werden. Zum Abschluss der Dokumentation wird eine Risikobetrachtung der PSS-Idee vorgenommen. Auf diese Risiken kann im weiteren Planungsverlauf aber auch in der anschließenden PSS-Entwicklung Einfluss genommen werden. Daraus entsteht ein PSS-Ideen-Canvas zur Dokumentation, welcher in der nachfolgenden Abbildung 4-19 visualisiert wird.

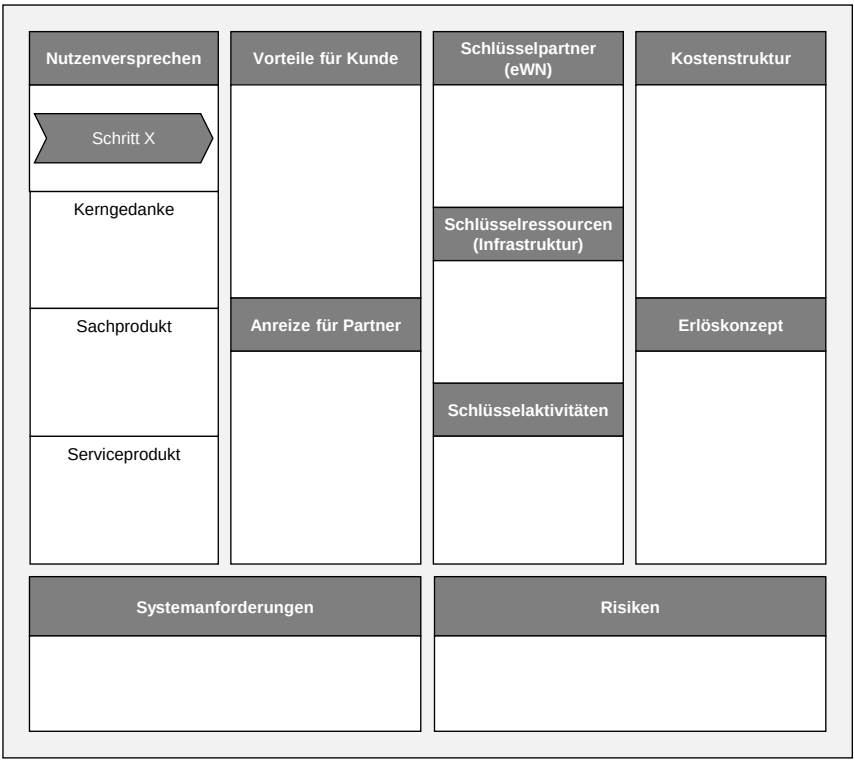



Abbildung 4-19: PSS-Ideen-Canvas zur Dokumentation

Nachdem die PSS-Ideen dokumentiert wurden, folgt die Ideenbewertung und -auswahl. Dabei ist zwischen der internen Bewertung des DT-Teams und der anschließenden Kundenbewertung durch den Lead User zu unterscheiden. Bei der internen Bewertung muss überprüft werden, welche der Ideen zur aktuellen Strategie des PSS-Anbieters passen und wie sich die aktuelle Marktsituation gestaltet. Als Grundlage der internen Bewertung dient die Bewertungstechnik nach KÖLSCH et al., die zur Bewertung von verfügbarkeitsorientierten Geschäftsmodellideen entwickelt wurde [Köls19]. Die Kriterien der Bewertung basieren auf den Kriterien zur Bewertung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung nach KÖSTER [Köst14] und wurden von KÖLSCH et al. angepasst und erweitert. Die Bewertungstechnik besteht aus mehreren Bewertungskriterien, Bewertungsaussagen und einem Polaritätsprofil. Die Aussagen wurden in Expertenworkshops mit sowohl wissenschaftlicher als auch wirtschaftlicher Beteiligung gemäß

den jeweiligen Kriterien entwickelt [Köls19]. Da die PSS-Planungsmethode sich nicht auf verfügbarkeitsorientierte Geschäftsmodelle einschränkt, wird das Kriterium *Verfügbarkeitsorientierung* durch das Kriterium *PSS-Elemente* ersetzt. Die Bewertungsaussagen werden somit in die Kategorien *Strategiekonformität, Wettbewerbsfähigkeit* und *PSS-Elemente* unterteilt. Eine Erläuterung der Kategorien *Strategiekonformität* und *Wettbewerbsfähigkeit* und der zugehörigen Kriterien findet sich bei KÖSTER [Köst14]. Im Ideenstadium ist es ausreichend, jedes Kriterium mit jeweils einer Aussage abzudecken, um einen sinnvollen Vergleich zwischen mehreren PSS-Ideen zu erhalten. Die Kategorie *PSS-Elemente* ist unterteilt in Vernetzungen, Wertschöpfungsnetzwerk und Infrastruktur. Das Kriterium Vernetzungen wurde aus dem Konzept von FUCHS übernommen. Ziel ist es hierbei zu identifizieren, ob die Idee bereits bestehende Lösungen ergänzt und somit in Kombination dem Kunden angeboten werden können. Weiterhin ist zu identifizieren, ob die Idee auf bereits bestehender Infrastruktur aufbauen kann. Beispielsweise sind datenbasierte Serviceprodukte einfacher zu realisieren, wenn die Infrastruktur hinsichtlich der Datenaufnahme und Datenspeicherung bereits durch bestehende Lösungen vorhanden ist. In Verbindung mit der Infrastruktur ist ebenfalls das bestehende eWN zu bewerten. Fehlen Elemente der Infrastruktur, ist davon auszugehen, dass Partner zur Realisierung der Lösung fehlen. Aber auch im Hinblick auf andere PSS-Elemente muss bewertet werden, ob das aktuelle eWN alle Partner zur Realisierung der Lösung bereitstellen kann. Die Kriterien der Bewertungstechnik sind nicht abschließend und können je nach Anwendungsfall erweitert oder verändert werden. Bei der Erweiterung ist darauf zu achten, dass die Bewertungsskala der vergleichenden Bewertung zu der Bewertungsaussage passt. Eine Gewichtung der Kriterien ist nicht vorgesehen, kann aber durch mehrere Bewertungsaussagen realisiert werden. Das DT-Team kann die verschiedenen PSS-Ideen unter Nutzung unterschiedlicher Farben in die Bewertungsmatrix eintragen und miteinander vergleichen. Wichtig ist hierbei, dass das DT-Team gemeinsam zu einer Übereinkunft bei den jeweiligen Bewertungsaussagen kommt. Zudem ist zu berücksichtigen, dass dem DT-Team insbesondere hinsichtlich *Strategiekonformität* alle notwendigen Informationen bereitgestellt werden, um eine Bewertung durchführen zu können. Können diese Informationen nicht von den Mitgliedern des DT-Teams gestellt werden, muss der DT-Coach die jeweiligen Informationen vor der Bewertung beschaffen, aufbereiten und dem DT-Team bereitstellen. Da der DT-Coach für die Zusammenstellung des Teams verantwortlich ist, kann diese Überprüfung und gegebenenfalls die Informationsbeschaffung für die Kategorie *Strategiekonformität* bereits ab der Aktivität *Verstehen* stattfinden. Für die beiden anderen Kategorien muss sich das DT-Team alle notwendigen Informationen beschaffen, um eine Bewertung durchführen zu können. Die nachfolgende Abbildung 4-20 zeigt die Bewertungstechnik.

| Kriterien | Bewertungsaussagen | Vergleichende Bewertung | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Strategiekonformität** | | - - | - | 0 | + | + + |
| **Strategische Entscheidung** | Die PSS-Idee passt zur Vision des Unternehmens | | | | | |
| **Strategische Ziele** | Die PSS-Idee trägt zur Erreichung der messbaren, strategischen Ziele bei | | | | | |
| **Kernkompetenzen** | Die PSS-Idee passt zu den bestehenden Kernkompetenzen | | | | | |
| **Wettbewerbsfähigkeit** | | - - | - | 0 | + | + + |
| **Wettbewerbs-intensität** | Die Wettbewerbsintensität durch mögliche Mitbewerber ist gering | | | | | |
| **Nachhaltigkeit** | Die PSS-Idee trägt zu einem nachhaltigen Wettbewerbsvorteil bei | | | | | |
| **Marktpotenzial** | Der Markt bietet ein gutes Umsatzvolumen für die PSS-Idee | | | | | |
| **Kosten** | Die Kosten zur Realisierung der PSS-Idee sind niedrig | | | | | |
| **Kunden-Lock-In** | Die Chancen, mit der PSS-Idee einen Lock-in-Effekt zur langfristigen Kundenbindung zu erreichen, sind gut | | | | | |
| **PSS-Elemente** | | - - | - | 0 | + | + + |
| **Vernetzungen** | Die PSS-Elemente der Idee weißen einen hohen Vernetzungsgrad mit bestehenden Lösungen auf | | | | | |
| **Wertschöpfungs-netzwerk** | Die zur Realisierung notwendigen Partner sind im eWN vorhanden | | | | | |
| **Infrastruktur** | Die notwendige Infrastruktur zur Generierung, Speicherung und Auswertung von Daten ist vorhanden | | | | | |

**Vergleichende Bewertung:**

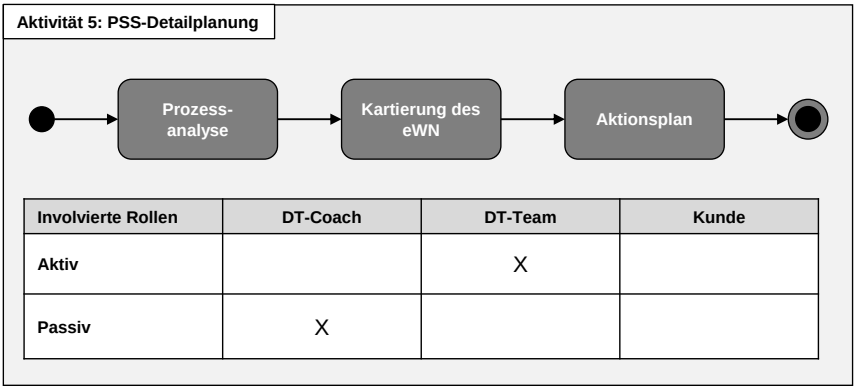
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| - - | Triff nicht zu | 0 | Neutral | + + | Trifft voll zu |
| - | Trifft teilweise nicht zu | + | Trifft teilweise zu | | |

Abbildung 4-20: Bewertungstechnik zur internen PSS-Ideenbewertung (basierend auf [Köls19])

Nachdem die PSS-Ideen intern bewertet und entsprechend für die Weiterverfolgung ausgewählt wurden, folgt die Kundenbewertung. Dazu werden dem Kunden die ausgewählten Ideen präsentiert. Erhält das DT-Team vom Kunden negative Rückmeldung, muss die Aktivität *PSS-Ideenfindung* wiederholt werden. Dabei werden die PSS-Ideen, die bei der internen Bewertung aussortiert wurden, erneut mit aufgenommen und genauer analysiert. Auf Basis der Kundenrückmeldung kann auch die Customer Journey angepasst werden. Bei einer positiven Rückmeldung des Kunden werden je nach Rückmeldung, Kundenwunsch und Komplexität der PSS-Ideen eine oder mehrere für die nachfolgenden Aktivitäten ausgewählt. Hiermit endet die Aktivität *PSS-Ideenfindung* und die Aktivität *PSS-Detailplanung* beginnt.

### 4.5.5 Aktivität *PSS-Detailplanung*

Innerhalb dieser Aktivität wird die ausgewählte PSS-Idee hinsichtlich notwendiger Kriterien zur Realisierung detailliert. Dazu werden die in der nachfolgenden Abbildung 4-21 gezeigten Schritte durchlaufen.




| Involvierte Rollen | DT-Coach | DT-Team | Kunde |
|---|---|---|---|
| Aktiv | | X | |
| Passiv | X | | |

Abbildung 4-21: Techniken der fünften Aktivität *PSS-Detailplanung*

Die Aktivität beginnt mit der Technik *Prozessanalyse*. Hierbei wird der zukünftige Prozessablauf entwickelt und hinsichtlich der Anforderungen vom DT-Team analysiert. Für jeden Prozessschritt sind dabei sowohl granulare Systemanforderungen technischer Natur (z. B. „Das System muss dem Nutzer den aktuellen Zustand anzeigen“) als auch Anforderungen hinsichtlich der in der PSS-Ideen-Canvas dokumentierten Schlüsselressourcen, -partner und -aktivitäten im Hinblick auf die zu realisierende Funktion (z. B. Der Datenanalyst muss die ausgewerteten Daten in aufbereiteter Form an die Maschine des Kunden senden) zu formulieren. Hierzu müssen auch die ersten Anforderungen an die unterstützende Infrastruktur definiert werden. Die ersten Systemanforderungen aus der Dokumentation der PSS-Idee im PSS-Ideen-Canvas können übernommen werden. Für die weiteren Anforderungen wird sich ebenfalls an der Anforderungsschablone aus Abbildung 4-18 orientiert. Die daraus entstehenden Anforderungen bieten eine Basis zur Übersetzung dieser in technische Anforderungen bzw. User Stories in einer anschließenden agilen PSS-Entwicklung. Die nachfolgende Abbildung 4-22 veranschaulicht das Vorgehen [Köls19].

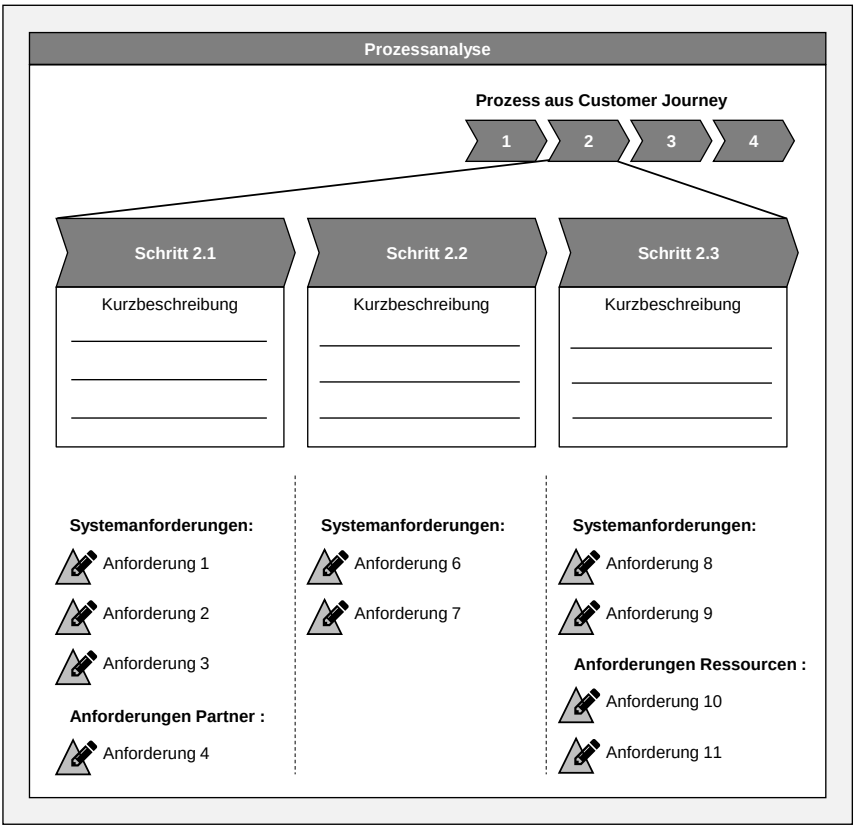



Abbildung 4-22: Template zur Durchführung der Prozessanalyse (basierend auf [Köls19])

Im Anschluss an die Prozessanalyse wird das Zusammenspiel der notwendigen Partner des eWN und der unterstützenden Infrastruktur im Hinblick auf die Realisierung des PSS visualisiert. Dazu wird der Prozess, in welchem das adressierte PSS verankert ist, vom DT-Team gedanklich durchlaufen und dabei die Karte des eWN erstellt. Es findet ein Abgleich statt, welche Partner und Ressourcen aktuell im eWN vorhanden sind, welche Kompetenzen für die Realisierung des PSS notwendig sind und ob die vorhandenen Partner die Kompetenzen erfüllen. Durch die Visualisierung werden bei der Erstellung der Karte fehlende Partner und Ressourcen offengelegt. Fehlen diese, muss der PSS-Anbieter diese akquirieren bzw. beschaffen. Zur Unterstützung der Akquise dienen die gesammelten Anreize aus der Dokumentation der PSS-Idee aus Abbildung 4-19. Damit der PSS-Anbieter und die Partner ihre Rolle bei der Realisierung des PSS genau kennen, wird das eWN, die Ressourcen und verschiedene anfallenden Flüsse (Geldfluss, Leistungsfluss, Datenfluss, Kommunikation) vom DT-Team visualisiert. Die dazu notwendigen Notationen und eine beispielhafte Darstellung einer eWN-Karte findet sich in der nachfolgenden Abbildung 4-23. Die Notation kann je nach Domäne und Erfahrung des DT-Teams angepasst oder erweitert werden.

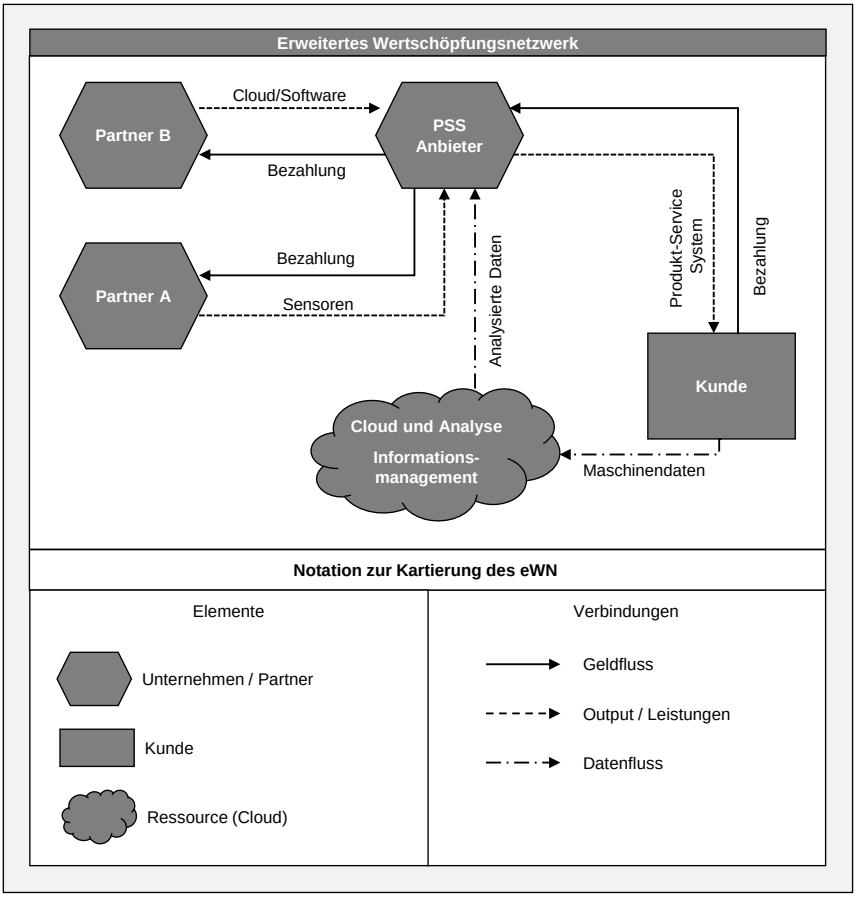



Abbildung 4-23: Beispiel einer eWN-Karte und die dazugehörige Notation (basierend auf [Köls19])

Nachdem die Karte des eWN vom DT-Team erstellt wurde, wird die Umsetzung des PSS geplant. Dazu wird sich einer abgewandelten Form der Aktionsplantechnik bedient [Köls19]. Grundlegend für diese Technik ist die Betrachtung des aktuellen Ist-Zustandes und des umzusetzenden Soll-Zustandes. Für jedes Element im PSS werden die beiden Zustände beschrieben. Anschließend werden für jedes Element die Transformation vom Ist-Zustand zum Soll-Zustand in einzelne Handlungsschritte heruntergebrochen. Ergebnis ist eine genaue Beschreibung dessen, was zur Realisierung der PSS-Idee bereits vorhanden ist und was innerhalb der PSS-Entwicklung zur Realisierung des PSS bearbeitet werden muss. Zudem werden der Ist- und Soll-Zustand jedes PSS-Elements reflektiert. Es können übergreifende Zusammenhänge zwischen verschiedenen Systemelementen durch farbliche Markierungen dargestellt werden. Zudem können für jedes Handlungsfeld Verantwortungen festgelegt werden. Die Anordnung der Handlungsschritte ist kausaler Natur. Eine genaue zeitliche Planung findet erst in der *PSS-Entwick-*

*lung* statt. Die nachfolgende Abbildung 4-24 zeigt eine generische Darstellung eines Aktionsplans. Nach der Ableitung der Handlungsschritte im Aktionsplan endet die Aktivität PSS-Planung und Aktivität *Prototypen entwickeln* startet.

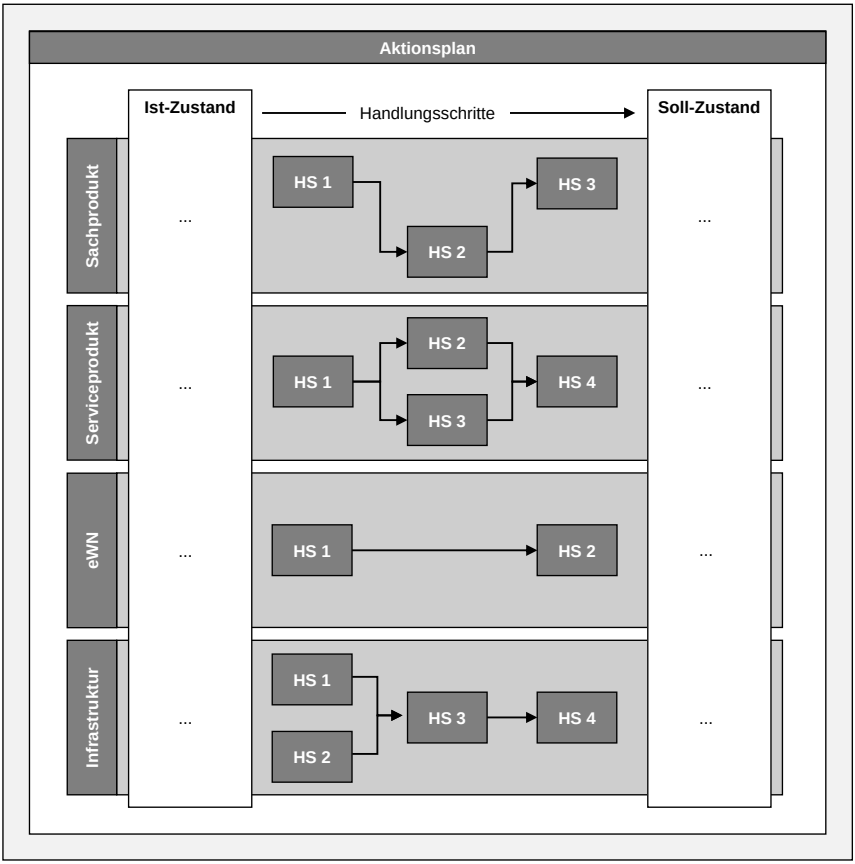
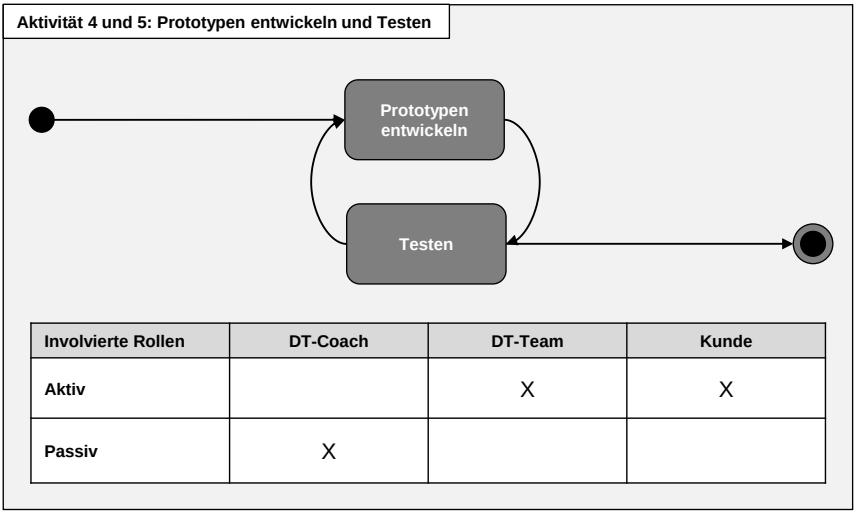



Abbildung 4-24: Aktionsplan zur Realisierung der PSS-Idee anhand von einzelnen Handlungsschritten (basierend auf [Köls19])

### *4.5.6* Aktivität *Prototypen entwickeln*

Die Aktivität *Prototypen entwickeln* ist mit der nachfolgenden Aktivität *Testen (*siehe Kapitel 4.5.7) gekoppelt. In der Aktivität *Prototypen entwickeln* findet die prototypische Realisierung der gewählten PSS-Ideen statt. In der Literatur existieren verschiedene Ausprägungen und Auffassungen speziell hinsichtlich des Reifegrads eines Prototyps [Houd97]. In der Einzelfertigung beispielsweise dient der Prototyp zur Überprüfung der im Lastenheft dokumentierten Anforderungen, wodurch an diesem umfangreiche Funktionstests durchgeführt werden können [Gött10]. Der Makrozyklus innerhalb des DT-Ansatzes nach BRENNER und UEBERNICKEL beinhaltet sechs unterschiedliche Ausprägungen von Prototypen, die sich hauptsächlich in der Auflösung unterscheiden (siehe Kapitel 2.7.1.1). Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf dem Begriffsverständnis nach HOUDE und HILL, welches besagt, dass ein Prototyp jede

Repräsentation einer Idee ist, unabhängig vom genutzten Medium [Houd97]. Somit kann eine Idee in unterschiedlichen Prototypen instanziiert werden. Die nachfolgende Abbildung 4-25 zeigt den Ablauf der Aktivitäten *Prototypen entwickeln* und *Testen.*




| Involvierte Rollen | DT-Coach | DT-Team | Kunde |
|---|---|---|---|
| Aktiv | | X | X |
| Passiv | X | | |

Abbildung 4-25: Ablauf der Aktivitäten *Prototypen entwickeln* und *Testen*

Das DT-Team entwickelt als aktive Rolle die Prototypen und testet diese gemeinsam mit dem Kunden als aktive Rolle. Die Rolle des DT-Coaches kann auch hier mit der Scrum-Master-Rolle verglichen werden. Der DT-Coach sorgt dafür, dass zur Entwicklung der Prototypen alle notwendigen Ressourcen zur Verfügung stehen. Zu Beginn muss das DT-Team identifizieren, welche Elemente des geplanten PSS mittels Prototyps sinnvoll manifestiert werden können. Hierbei ist anzumerken, dass einzelne Ergebnisse der vorherigen Aktivitäten ebenfalls Prototypen niedriger Auflösung darstellen bzw. erste Ideen für Prototypen resultieren können. Die Entwicklung der Prototypen dienen im Zusammenspiel mit der anschließenden Aktivität *Testen* zum einen der Validierung und somit der Frage, ob die Kundenanforderungen adäquat umgesetzt wurden. Zum anderen lassen sich aus Prototypen verdeckte Anforderungen offenlegen und Potenziale zur Weiterentwicklung oder Erweiterung der PSS-Idee aus der Interaktion mit dem Kunden ableiten. Zwischen diesen beiden Aktivitäten finden die meisten Rückkopplungen statt. Hinsichtlich der PSS-Elemente lassen sich Sach- und Serviceprodukte am besten als Prototyp umsetzen. Grundlage dafür können die Handlungsfelder im Aktionsplan sein. Welche Umsetzungsart dabei gewählt wird, hängt vom jeweiligen Anwendungsfall der PSS-Idee ab und was dem Kunden gezeigt werden soll. Dementsprechend wird in dieser Aktivität keine Technik für das DT-Team vorgegeben. Es ist vielmehr aus der Interaktion mit dem Kunden und den Partnern des eWN zu identifizieren, welcher Aspekt der PSS-Idee wie als Prototyp umgesetzt werden kann. Einen Überblick über mögliche Techniken und Technologien zur Prototypenentwicklung und eine mögliche Zuordnung hinsichtlich Sach- und Serviceprodukt findet sich in der nachfolgenden Abbildung 4-26, wobei die Grenzen der Zuordnung je nach Anwendungsfall verschwimmen.

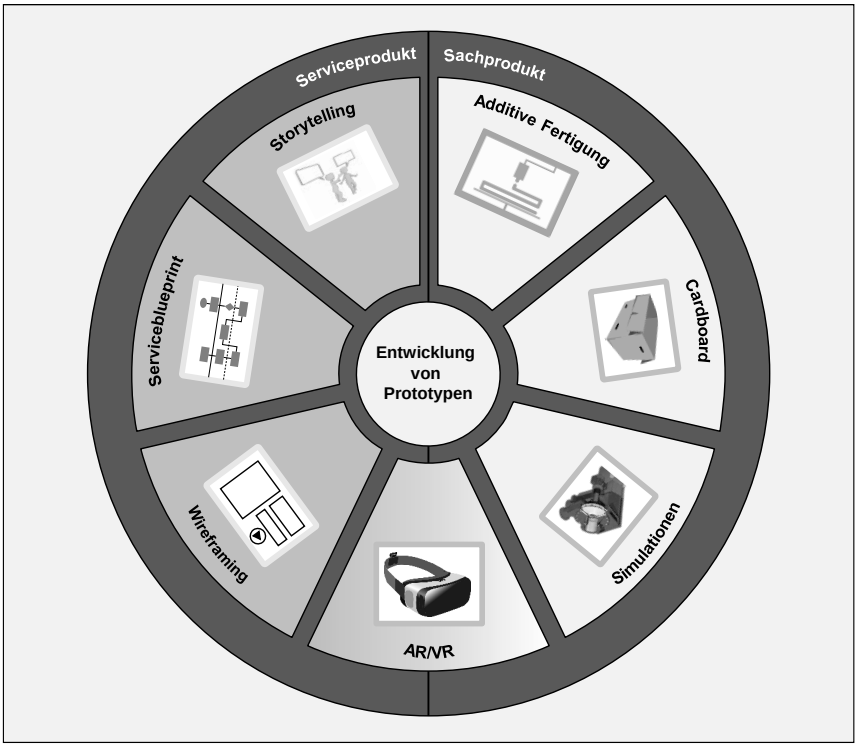



Abbildung 4-26: Technologien und Techniken zur Prototypenentwicklung

Der Prototyp kann zudem unterschiedliche inhaltliche Aspekte der PSS-Idee adressieren. Er kann eine Teilfunktion des Sach- oder Serviceprodukts repräsentieren, auf der in den nachfolgenden Schritten aufgebaut wird. Somit wird dem Kunden in der nachfolgenden Test-Aktivität lediglich ein Teil eines PSS-Elements gezeigt. Der Prototyp kann allerdings auch direkt die Kombination aus Sach- und Serviceprodukt umsetzen. Auch dies hängt vom jeweiligen Fall und von dem Vorgehen des DT-Teams ab. Nachdem ein erster Prototyp entwickelt wurde, endet diese Aktivität und die Aktivität *Testen* beginnt.

### 4.5.7 Aktivität *Testen*

Diese Aktivität dient dem Test des entwickelten Prototyps. Die aktiven Rollen in dieser Aktivität sind das DT-Team und der Kunde. Gemeinsam mit der vorgelagerten Aktivität *Prototypen entwickeln* werden diese beiden Aktivitäten mehrfach durchlaufen. Aus diesem Grund können hinsichtlich des entstehenden PSS auch mehrere Prototypen unterschiedlicher PSS-Elemente entstehen. Der Kunde kann nach der Entwicklung eines initialen Prototyps diesen testen und hinsichtlich seiner Anforderungen bewerten. Mit der Rückmeldung des Kunden führt das DT-Team erneut die Aktivität *Prototypen entwickeln* durch. Dies wird so lange wiederholt, bis der Kunde keinen Änderungsbedarf mehr sieht und das DT-Team den bis dahin entstandenen Prototyp an die nachfolgende Phase der PSS-Entwicklung weitergeben kann.

Für die Dokumentation der Testergebnisse bekommt jedes Mitglied des DT-Teams einen Erfassungsbogen. Ähnlich der Aktivität *Beobachten* wird aufgrund der Multidisziplinarität des DT-Teams jedes Mitglied etwas anderes während des Prototypentests wahrnehmen. Erfasst werden hierbei die negativen und positiven Erfahrungen des Kunden bei der Interaktion mit dem Prototyp. Es ist wiederum zu unterscheiden, welches PSS-Element der aktuelle Prototyp beinhaltet. Die negativen Erfahrungen zeigen dem DT-Team zwingend notwendige Anpassungen auf. Bei den positiven Erfahrungen kann das DT-Team mögliche Erweiterungen ableiten, welche die positiven Erfahrungen verstärken. Zudem lassen sich auf Basis der Kundenrückmeldungen Ideen für neue PSS ableiten. Wichtig ist hierbei, dass die Anforderungen, die während der vorgelagerten Aktivitäten erfasst und hinsichtlich Sach- und Serviceprodukt im Prototyp umgesetzt wurden, um die Rückmeldungen des Kunden ergänzt werden.

Schlussendlich werden die Anforderungen in kategorisierter Form (Prozessanalyse, eWN, Aktionsplan etc.) an die Verantwortlichen der sich anschließenden agilen PSS-Entwicklung weitergeleitet. Die Anforderungen sind dann Teil des PSS-Backlogs und können für Entwicklungssprints detailliert werden. Zudem dienen die in der agilen PSS-Planung entstandenen Dokumente der zeitlichen und organisatorischen Strukturierung der agilen PSS-Entwicklung.

### *4.5.8 Retrospektive*

Die Retrospektive dient der kontinuierlichen Verbesserung der Zusammenarbeit innerhalb des DT-Teams, aber auch der übergreifenden Zusammenarbeit mit dem DT-Coach. Sie ist keine inhaltliche Aktivität zur Bearbeitung der Design Challenge, sondern stellt eine interne organisatorische Aktivität dar, deren Teilnehmer das DT-Team sowie der DT-Coach sind. Somit sind beide Rollen aktiv. Ähnlich zur Sprint-Retrospektive im Scrum-Rahmenwerk wird in dieser Aktivität die Zusammenarbeit und der Verlauf der Aktivitäten sowie der Einsatz der unterschiedlichen Techniken diskutiert. Dabei werden sowohl positive als auch negative Aspekte analysiert und dokumentiert. Es werden Maßnahmen identifiziert, um die prozessuale und inhaltliche Zusammenarbeit hinsichtlich der negativen Aspekte zu überarbeiten. Dies kann einerseits die Zusammensetzung und somit die Kompetenzen im DT-Team betreffen, andererseits können auch Änderungen hinsichtlich der eingesetzten Techniken resultieren. Ebenso ist es relevant, die zeitliche Planung des Planungsprojekts zu reflektieren und Änderungen hinsichtlich der unterschiedlichen Zeiträume einzuarbeiten. Somit kann garantiert werden, dass die Zusammenarbeit stets verbessert wird und die Akteure gemäß des agilen Mindsets lernend voranschreiten. Weiterhin ermöglicht die Retrospektive, dass sich die Akteure eine anwendungsfallspezifische Methodenbibliothek aufbauen, aus der sie je nach Problemstellung das Vorgehen und die Techniken der Situation entsprechend anpassen können.

## 4.6 Techniken in den Aktivitäten der agilen PSS-Planung (technologiegetrieben)

Das vorhergehende Kapitel 4.5 beschreibt das inhaltliche Vorgehen der Methode zur marktgetriebenen und agilen Planung von PSS durch den Einsatz von DT. Innerhalb der jeweiligen Aktivitäten werden die aktiven und passiven Rollen der Methoden und deren jeweiligen Aufgaben bei der Anwendung der unterschiedlichen Techniken erläutert. In diesem Kapitel werden die Aktivitäten und Techniken bei einer technologiegetriebenen Initiierung aufgebaut. Dazu werden einige Techniken angepasst bzw. einzelnen Aktivitäten erweitert oder reduziert (siehe Abbildung 4-27).

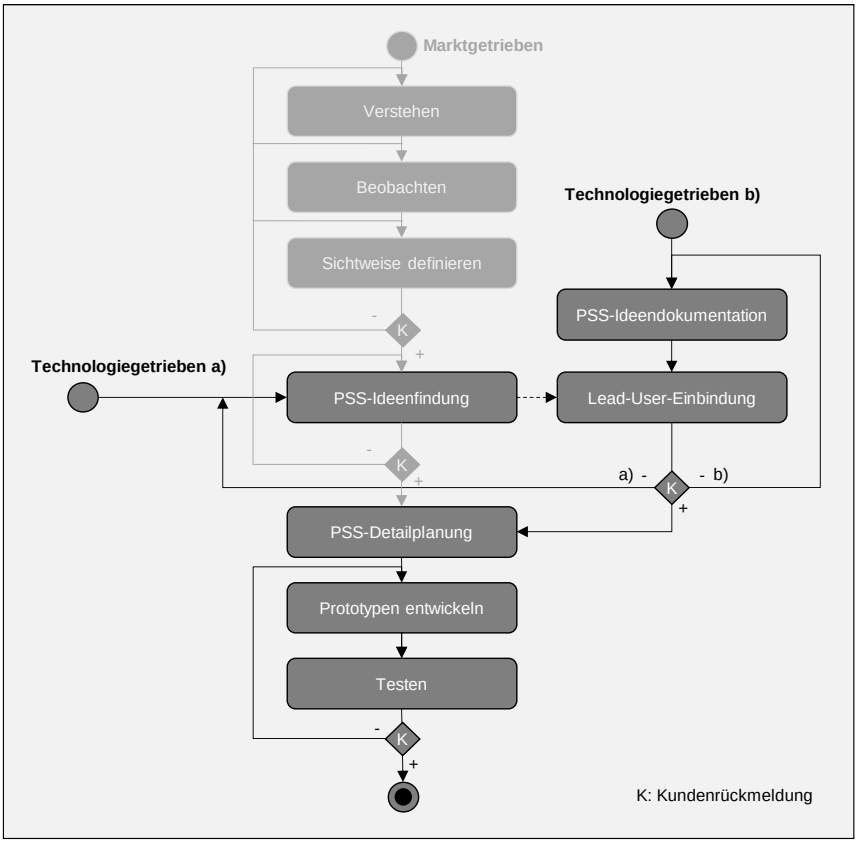
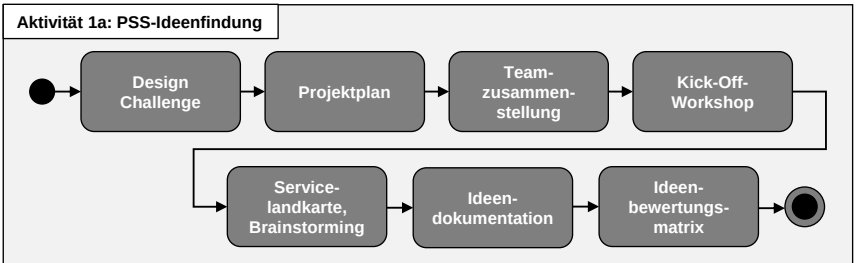



Abbildung 4-27: Aktivitäten im Vorgehensmodell (technologiegetrieben)

### 4.6.1 Aktivität *PSS-Ideenfindung*

Der erste Pfad (a) der technologiegetriebenen Initiierung des Vorgehensmodells startet mit der Aktivität *PSS-Ideenfindung* zur Integration einer neuen Technologie in die bereits vorhandene Lösung oder in die Entwicklung neuer Lösungen. Ein Beispiel ist, dass der PSS-Anbieter oder ein Partnerunternehmen des eWN den neuen Mobilfunkstandard 5G in zukünftigen Lösungen integrieren möchte. Die Integration der Technologie ist somit gewünscht, gezielte Anwendungsfälle existieren noch nicht. Die nachfolgende Abbildung 4-28 zeigt die verschiedenen Techniken in der Aktivität *PSS-Ideenfindung* nach technologiegetriebener Induktion.




| Involvierte Rollen | DT-Coach | DT-Team | Kunde |
|---|---|---|---|
| Aktiv | X | X | |
| Passiv | | | |

Abbildung 4-28: Techniken in der Aktivität PSS-Ideenfindung (technologiegetrieben)

Wie bei der marktgetriebenen Induktion ist die erste Aufgabe innerhalb dieser Aktivität die Initiierung eines Projekts. Der DT-Coach startet mit der Entwicklung der *Design Challenge*. Diese könnte beispielsweise lauten: „Wie können wir Produkte und Prozesse unserer Kunden durch die neue Technologie unterstützen?“ Die Design Challenge beinhaltet dabei weder eine genaue Problembeschreibung noch eine genaue Abgrenzung der Kundengruppe. Diese wird somit im Gegensatz zum marktgetriebenen Ansatz zu Beginn verkürzt dokumentiert, im weiteren Verlauf der PSS-Planung allerdings ergänzt.

Basierend auf der Design Challenge erstellt der DT-Coach einen ersten groben *Projektplan*, dessen Erstellung ebenso wie die Auswahl der notwendigen Mitglieder für das DT-Team dem Vorgehen in Kapitel 4.5.1 folgt. Anschließend an die *Auswahl der Teammitglieder* erfolgt ein *Kick-Off-Workshop* zum gegenseitigen Kennenlernen und zur Erläuterung des Verlaufs des PSS-Planungsvorgehens. Im Kick-Off-Workshop erfolgt zudem die Vermittlung der notwendigen Informationen zur adressierten Technologie durch einen Experten. Die Informationen werden lösungsneutral kommuniziert und beinhalten somit keine Anwendungsfälle aus anderen Branchen. Moderiert wird der Workshop wiederum vom DT-Coach.

Im Anschluss daran erfolgt die Generierung von Lösungsideen. Auch hierzu können wieder verschiedene Kreativitätstechniken zum Einsatz kommen. Ziel dabei ist es, verschiedene Anwendungsmöglichkeiten der Technologie in bestehende oder zukünftige Lösungen zu identifizieren. Beispielsweise kann eine *Servicelandkarte* mit den aktuell angebotenen Serviceprodukten des PSS-Anbieters erarbeitet werden. Darauf aufbauend können Kreativitätstechniken, wie z. B. *Brainstorming*, eingesetzt werden, bei deren Einsatz Ideen zur Unterstützung oder Erweiterung der Serviceprodukte durch die ausgewählte Technologie generiert werden. Als weitere Brainstorming-Grundlage können auch Kundenprozesse in einzelne Prozessschritte gegliedert werden, um Ideen zu identifizieren, die Prozesse durch die Technologie zu unterstützen. Bei diesen Techniken wird also auf dem Portfolio des Anbieters bzw. den Kundenprozessen aufgebaut. Eine technologiegetriebene Innovation kann eine grundlegende Neugestaltung von Kundenprozessen zur Folge haben, bei der auch einzelne Prozesse komplett entfallen können. Es

ist durchaus möglich, dass sich somit auch das Portfolio des PSS-Anbieters grundlegend ändert. Da hier auf *Bekanntem* aufgebaut wird, wird dadurch gleichzeitig auch der Lösungsraum eingeschränkt. Ziel der Planungsmethode ist es allerdings, PSS markt- und technologiegetrieben, systematisch und agil zu planen. Was hier nicht im Fokus steht, ist die Entwicklung möglichst disruptiver Lösungen. Die durch die Kreativitätstechniken entstandenen Lösungen werden mit dem in Abbildung 4-19 gezeigten PSS-Ideen-Canvas dokumentiert. Auch die in Abbildung 4-20 gezeigte Bewertungstechnik kann zur Bewertung der generierten Lösung eingesetzt werden. An dieser Stelle wird nicht das Technologiepotenzial oder die -reife bewertet, sondern die Strategiekonformität, die Wettbewerbsfähigkeit sowie das Vorhandensein der PSS-Elemente und die Vernetzung der entwickelten Lösungen. Auch hier können die Kriterien bei Bedarf vom DT-Team erweitert oder verändert werden. Somit wurde eine interne Auswahl der PSS-Ideen getroffen und die Aktivität endet.

### *4.6.2* Aktivität *PSS-Ideendokumentation*

Ist wie in Fall b) der technologiegetriebenen Induktion bereits eine Idee bzw. eine Lösung vorhanden, muss diese, um im weiteren Verlauf dem DT-Team und dem Kunden eine adäquate Beschreibung bieten zu können, dokumentiert werden. In dieser Aktivität *PSS-Ideendokumentation* kann das Template aus Abbildung 4-19 verwendet werden. Die PSS-Ideendokumentation ist somit gleichzeitig Aktivität und Technik. Wichtig ist hierbei, dass die identifizierte Lösung der anderen Branche so detailliert wie möglich dokumentiert wird. Anschließend muss ein PSS-Ideen-Canvas für die Übertragung der Lösung auf die eigene Branche ausgefüllt werden. Das DT-Team muss das Nutzenversprechen und anschließend die restlichen Felder der ursprünglichen Branche auf die eigene Branche übertragen (siehe Abbildung 4-29). Es können hierbei auch mehrere Lösungsansätze für die eigene Branche resultieren, insbesondere dann, wenn z. B. ein Serviceprodukt für mehrere Sachprodukte entwickelt werden kann. Nach der Dokumentation der PSS-Idee endet die Aktivität.

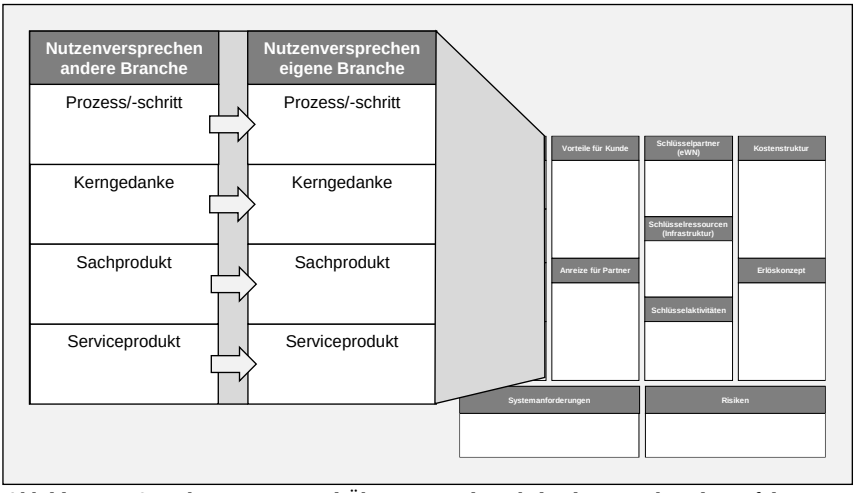



Abbildung 4-29: Dokumentation und Übertragung der Inhalte der Branchenidee auf den eigenen Anwendungsfall

### 4.6.3 Aktivität *Lead-User-Einbindung*

Damit auch technologiegetriebene Lösungen gemeinsam mit dem Kunden entwickelt werden, muss in der nächsten Aktivität überprüft werden, ob mit der dokumentierten PSS-Idee ein hinreichend starkes Kundenbedürfnis erfüllt werden kann. Dazu muss durch den DT-Coach ein Lead User identifiziert werden, der als Referenzkunde für das anzusprechende Kundensegment der PSS-Idee dient. Ziel ist es, einen Kunden zu identifizieren, der hinsichtlich neuer Bedürfnisse und Lösungen affin ist und diese auch gemeinsam mit dem PSS-Anbieter und den Partnern des eWN umsetzen kann (vgl. Kapitel 4.5.1). Diese Aktivität wird in beiden technologiegetriebenen Pfaden durchlaufen. Unter der Prämisse, dass der PSS-Anbieter eine bereits realisierte Lösung unter Nutzung einer neuen Technologie innerhalb einer anderen Branche identifiziert hat, muss für diesen Branchentransfer ein Lead User identifiziert werden, der bereit ist, gemeinsam mit dem PSS-Anbieter und dessen eWN innovative Lösungen zu implementieren bzw. gemeinsam Lösungen zu entwickeln. Wurde ein adäquater Lead User identifiziert, beginnt die Bedürfnisvalidierung. Um eine kundenorientierte Gestaltung zu gewährleisten, muss ein hinreichend starkes Bedürfnis beim Kunden vorhanden sein, welches mit der Realisierung der PSS-Idee befriedigt werden kann. Zur Validierung können einzelne Techniken aus der Aktivität *Beobachten* der marktgetriebenen Induktion eingesetzt werden. Um dementsprechend Kundenbedürfnisse abzuleiten, muss dieser sich und sein Arbeitsfeld vorstellen, dem DT-Team seine Prozesse erklären und gegebenenfalls spezifische Prozesse durchführen. Dazu kann ein Beobachtungsworkshop wie in Kapitel 4.5.2 abgehalten werden. Zur Dokumentation der Ergebnisse kann das Template in Abbildung 4-13 eingesetzt werden. Anschließend lassen sich mit Hilfe der Customer Journey die Kundenbedürfnisse validieren. Findet sich ein passendes Bedürfnis, welches durch die Lösung befriedigt werden kann, muss anschließend analysiert werden, ob das Bedürfnis nur beim aktuellen Lead User oder bei einem größeren Kundensegment vorliegt. Trifft dies zu, dann endet die Aktivität und die *PSS-Detailplanung* beginnt. Ist kein adäquates Kundenbedürfnis vorhanden oder die entsprechende Anzahl an Kunden nicht ausreichend, muss der Anwendungsfall in einer Schleife spezifiziert werden oder der Anwendungsfall bzw. die Lösung wird nicht weiterverfolgt. Damit endet die Aktivität. Der weitere Verlauf beider technologiegetriebenen Induktionsmechanismen ist analog zu den Aktivitäten *PSS-Detailplanung*, *Prototypen entwickeln* und *Testen* aus der marktgetriebenen Induktion.

## 4.7 Organisatorische Implementierung der Methode zur agilen PSS-Planung

In diesem Kapitel werden Ansatzpunkte aufgezeigt, die beachtet werden müssen, damit die Methode im Unternehmen eingeführt werden kann. Bei FUCHS werden Aspekte wie die Integration in die Aufbau- und Ablauforganisation, Entwicklung von Modellen und Prozessen und Aufbau einer Prozessbibliothek durch die Phase Organisationsgestaltung realisiert [Fuch07]. Da zur Integration der agilen Planungsmethode davon ausgegangen wird, dass das Grundverständnis von PSS bereits im Unternehmen integriert ist, werden in diesem Kapitel Aspekte adressiert, die sich hauptsächlich mit der Realisierung der angestrebten Agilität befassen.

### 4.7.1 Integration in die Organisation

Zur Integration der Methode in die Prozessstruktur von Unternehmen müssen folgende Aspekte beachtet werden. Die PSS-Planung als Teil der PSS-Gestaltung wird als Projekt charakterisiert.

Eigenschaften eines Projekts sind dabei die zeitliche Begrenzung, ein definiertes Ziel, eine Einmaligkeit (keine Routine) und Möglichkeit zur Aufteilung in Teilaufgaben [Habe02]. Hinsichtlich der Projektaufbauorganisation sind Unternehmen meist klassisch aufgebaut. Je nach Wichtigkeit des Projekts werden unterschiedliche Projektorganisationen mit unterschiedlichen Weisungsbefugnissen zwischen Projektleiter und Teammitglied für die Projektdauer aufgebaut. Dies ist bei der Etablierung der agilen PSS-Planungsmethode nicht vorgesehen. Innerhalb des Projektteams sind keine hierarchischen Strukturen vorhanden, sodass die Steuerung des Teams den Mitgliedern übertragen wird. Eine Herausforderung dabei ist, dass bei Projektende und Auflösung des Projektteams jedes Teammitglied wieder in die ursprüngliche Position der Unternehmensorganisation zurückkehrt, in der wiederum Weisungsbefugnisse vorherrschen. Zudem setzt sich das DT-Team sowohl aus Mitgliedern des PSS-Anbieters als auch der Partner des eWN zusammen. Die Kooperation zwischen den verschiedenen Unternehmen muss im Vorhinein geplant und währenddessen koordiniert werden. Es müssen Leitlinien der Zusammenarbeit definiert werden, die Aspekte wie das strategische Prozessmanagement, die Intensität, die Organisation, das Personalmanagement, die Schnittstellen, das Finanzmanagement, die Regelungen des Außenverhältnis etc. beinhalten [Haus16]. Ein mögliches Vorgehen zur Auswahl und Einführung passender Agiler Methoden zur PSS-Gestaltung in den Unternehmenskontext bieten KÖLSCH et al. [Köls20]. Dabei werden spezifische Rollen vorab definiert, Methodenexperten akquiriert, spezifische Mitarbeiter geschult sowie Prozessbibliotheken angepasst. Auf Basis dessen und da hier bereits eine Agile Methode ausgewählt und angepasst wurde, wird folgendes Vorgehen zur Integration vorgeschlagen. Ein strategischer Steuerkreis zusammengesetzt aus PSS-Anbieter und den jeweiligen Partnern übernimmt die Gestaltung der Kooperationsbeziehungen und ist für die Implementierung der Methode verantwortlich. Nach BENEDIX kann die Implementierung in drei Phasen erfolgen [Bene03]. Für ein erstes agiles PSS-Planungsprojekt muss eine erste Problemstellung *pilothaft* nach den Aktivitäten der Methode bearbeitet werden. Dazu sind ebenfalls pilothaft die jeweiligen Rollen zu besetzen. Nach erfolgreicher Durchführung können unter Berücksichtigung erster Anpassungsmöglichkeiten weitere Projekte unter Einsatz der agilen Planungsmethode angestoßen werden (*Roll-out*). Es ist jedoch anzumerken, dass nicht jedes Projekt unter Einsatz der Methode zu bearbeiten ist. Vielmehr müssen die korrekten Eigenschaften, wie z. B. ein wicked problem, vorliegen. Dem Steuerkreis obliegt sowohl die Auswahl der jeweiligen Projekte als auch das Monitoring der Ergebnisqualität und somit die Verantwortung hinsichtlich *kontinuierlicher Verbesserung* der Aktivitäten und Techniken, sowie der Leitlinien der Zusammenarbeit. Die nachfolgende Abbildung 4-30 veranschaulicht den Sachverhalt.

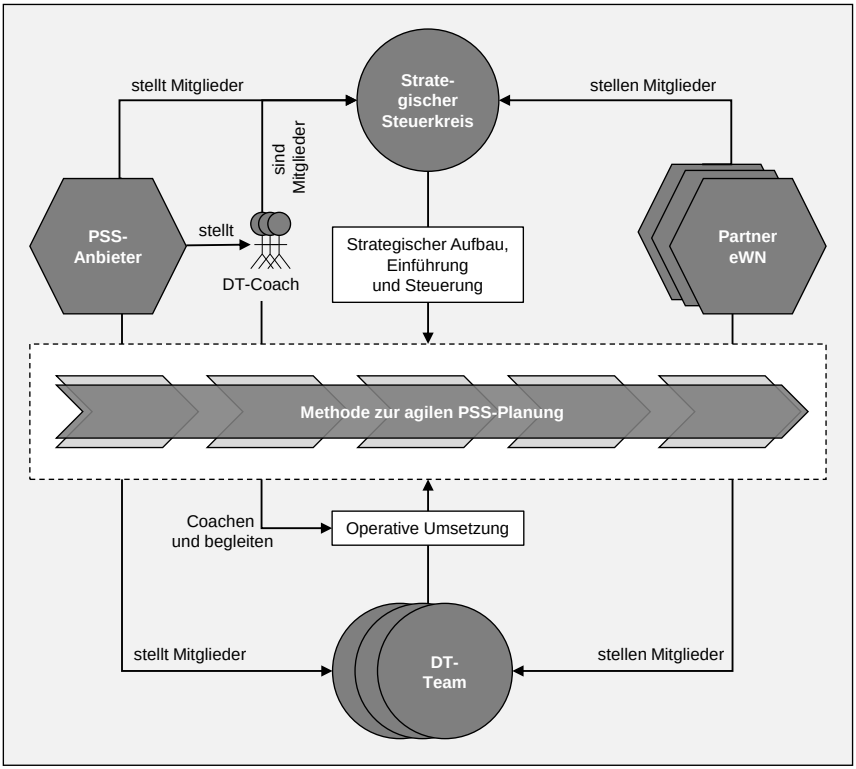



Abbildung 4-30: Methodenintegration durch Steuerkreis

### 4.7.2 Bereitstellung notwendiger Ressourcen

Die Integration der vorgestellten Methode kann nur durch die Bereitstellung unterschiedlicher Unternehmensressourcen gelingen. Eine generelle Einteilung von Unternehmensressourcen findet sich bei MÜLLER-STEWENS und LECHNER [MÜLL16]. Diese werden in Abbildung 4-31 im Methodenkontext visualisiert und unterteilen sich in *Materielle Ressourcen* (finanzielle, physische und IT-basierte Ressourcen) und *Immaterielle Ressourcen* (Bestandsressourcen, menschliche, strukturelle und kulturelle Ressourcen).

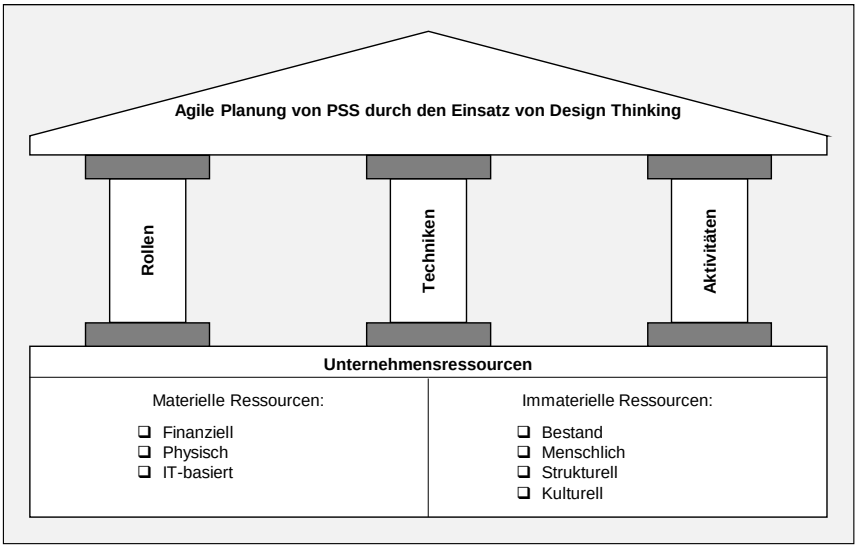



Abbildung 4-31: Unternehmensressourcen im Methodenkontext

**Materielle Ressourcen**

Die Bereitstellung *finanzieller Ressourcen* gestaltet sich bei der Einführung der agilen PSS-Planung unterschiedlich im Vergleich zu klassischen Entwicklungsprojekten. Die Eigenschaften eines Projektes hinsichtlich zeitlicher Begrenzung und definierter Zielstellung ist bei einem DT-Projekt nicht eindeutig definierbar. Dies bedeutet, dass der Zeitpunkt des Projektendes aufgrund der Inkrementenentwicklung und der mehrfachen Kundenrückmeldung nicht zu Beginn des Projekts exakt geplant werden kann. Dies hat Auswirkungen auf die finanziellen Ressourcen des PSS-Anbieters, der Partner des eWN, aber auch des Kunden. Eine Herausforderung ist hierbei, Kunden die Vorteile der agilen Arbeitsweise näherzubringen auch dann, wenn dieser nicht genau weiß, in welchen Ergebnissen seine monetären Mittel resultieren [Preu18]. Diese Arbeitsweise muss vertraglich geregelt werden, um auch den beteiligten Rollen eine fortwährende Arbeit zu gewährleisten. Zudem müssen unternehmensintern den beteiligten Rollen die entsprechenden finanziellen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden, auch wenn die Projektdauer nicht exakt definiert werden kann. Die Methode setzt im Gegensatz zu klassischen Ansätzen auf die Entwicklung von Prototypen. Dazu müssen finanzielle Mittel des PSS-Anbieters auch zur Bereitstellung von Materialien zur Prototypenentwicklung dienen.

Daran anschließend müssen *physische Ressourcen* vorhanden sein, um die Methode sinnvoll im Unternehmen etablieren zu können. Physische Ressourcen im Kontext der Methode und somit im Kontext von DT sind Einzel- und Gruppenarbeitsplätze, Moderationsmaterialien (Flipchart, Metaplantafeln, Whiteboards, Klebezettel, etc.) [Schi14] und zur Entwicklung der Prototypen die jeweiligen Ressourcen abhängig von der Art der Prototypen (AR-Brille, 3D-Drucker, Cardboards, etc.).

Im Hinblick auf *IT-basierte Ressourcen* müssen die entsprechenden hard- und softwaretechnischen Ausstattungen für die Mitarbeiter vorhanden sein. Sollten es beispielsweise aufgrund weltweit verteilter Teammitglieder nicht möglich sein, dass sich das DT-Team vor Ort treffen

kann, bietet LATTEMANN et al. eine softwaretechnische Lösung, den DT-Prozess über eine digitale Plattform abzuhalten [Latt17].

**Immaterielle Ressourcen**

*Bestandsressourcen* wie Patente und Lizenzen sind nicht nur im Hinblick auf die technologiegetriebene Induktion des Planungsprozesses relevant, sondern generell für die Realisierung der mit dem Kunden abgestimmten Lösung. Können solche Ressourcen nicht erworben werden, kann dies ein Ausschlusskriterium bei der Bewertung der PSS-Ideen z. B. hinsichtlich notwendiger Infrastruktur sein.

Wichtigste Ressource innerhalb der Methode ist die *menschliche Ressource* und damit eng verknüpft die *strukturellen Ressourcen* hinsichtlich Aufbau- und Ablauforganisation. Die Aufstellung des Projektteams sowie die Zuteilung der unterschiedlichen Rollen und deren Schulung hinsichtlich der Aufgaben, Vorgehen und Techniken sind essenziell für die Realisierung der Planungsmethode. Die Schulung aller involvierten Akteure ist vor der operationalen Umsetzung notwendig. Es müssen die Grundlagen der agilen Arbeitsweisen vermittelt werden, um die jeweilige rollenspezifische Methodenkompetenz realisieren zu können [Köls20]. Dazu gehört auch die Vermittlung von agilen Prinzipien, wie die gemeinsame Entscheidungsfindung bei der Bewertung von Ideen oder der Ausgestaltung der Prototypen [Schi14].

Damit ebenfalls eng verbunden sind die *kulturellen Ressourcen*. Hinsichtlich der Unternehmenskultur müssen verschieden Aspekte gegeben sein, um eine solche agile PSS-Planung einführen zu können. Ähnlich dem Verständnis des Kunden im Hinblick auf Inkrementenentwicklung muss auch die Denkweise im Unternehmen etabliert werden. Es muss möglich sein, das DT-Team für das jeweilige Planungsprojekt soweit wie möglich aus dem restlichen Alltagsgeschäft des Unternehmens auszugliedern. Ähnlich den Entwicklungssprints im agilen Rahmenwerk Scrum ist es wichtig, dass das DT-Team sich gänzlich auf die Planungsaufgabe konzentrieren kann. Da die Projektdauer zu Beginn nicht per se festgelegt werden kann und mit unterschiedlich vielen Iterationen der einzelnen Aktivitäten zu rechnen ist, müssen solche Projekte auch von höheren Managementebenen gefördert werden, um dem Team ein gewisses Vertrauen entgegenzubringen. Ein Scheitern muss ebenfalls erlaubt sein und ist grundlegendes Prinzip bei der Integration agiler Vorgehensweisen.

# 5 Validierung der Methode zur agilen PSS-Planung

In diesem Kapitel wird die Anwendbarkeit der entwickelten Methode anhand eines Anwendungsfalls nachgewiesen. Der Anwendungsfall entstammt dem Verbundforschungsprojekt „Innovative Serviceprodukte für individualisierte verfügbarkeitsorientierte Geschäftsmodelle für Investitionsgüter – InnoServPro“. Einzelne Inhalte werden im Vergleich zu den Veröffentlichungen des Verbundprojekts in dieser Methode in anderer Form dargestellt und beruhen zum Teil auf bisher noch nicht veröffentlichten Informationen.

Im ersten Schritt wird die Ausgangssituation im Verbundprojekt beschrieben. Dabei werden auch Charakteristika hinsichtlich Projektdauer und Zusammensetzung des eWN beschrieben. Im Anschluss daran erfolgt die Anwendung der Methode. DT ist aus Sicht des konzeptionellen Ursprungs marktgetrieben, sodass in der Literatur bereits marktgetriebene Anwendungsfälle existieren. Auch wenn diese Anwendungsfälle sich nicht an der hier entwickelten, agilen PSS-Planungsmethode orientieren, wurde eine marktgetriebene Induktion bereits validiert. Im Stand der Technik wurde gezeigt, dass es der DT-Methode an einer technologiegetriebenen Sicht mangelt. Aus diesem Grund wurde ein technologiegetriebener Anwendungsfall zur Validierung herangezogen. Im letzten Schritt werden Erkenntnisse aus der Validierung zusammengefasst dargelegt.

**Projektbeschreibung**

Das Verbundforschungsprojekt wurde über eine Zeitdauer von drei Jahren bearbeitet. Insgesamt waren 16 interdisziplinäre Partner aus Wissenschaft und Industrie im Projekt vertreten, darunter vier wissenschaftliche Institute, drei PSS-Anbieter sowie Zulieferer und mehrere Infrastruktur-Partner sowie beratende Unternehmen.

**Unternehmensbeschreibung**

Der PSS-Anbieter im Anwendungsfall ist die GRIMME Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG (im Weiteren GRIMME) mit Hauptsitz in Damme (Deutschland). GRIMME ist Teil der GRIMME Gruppe und ein weltweit agierendes Unternehmen im Bereich hochmoderner Kartoffel-, Rüben- und Gemüsetechnik. Die Entwicklung und Produktion verschiedener investiver Sachprodukte ist weltweit verteilt, mit Schwerpunkt Deutschland. GRIMME setzt aufgrund des zunehmenden Wettbewerbsdrucks auf ein breites Portfolio an auf den jeweiligen Kunden abgestimmte Serviceprodukten [Siva19].

**Rollen im Anwendungsfall**

Entsprechend des Methoden Engineerings werden die jeweiligen Rollen im Anwendungsfall genauer beschrieben. Die Rolle des *DT-Coaches* wurde im Projekt mehrfach besetzt, zum einen von Mitarbeitern des Lehrstuhls für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation der TU Kaiserslautern, zum anderen von Mitarbeitern eines Beratungsunternehmens im Bereich Innovation. Das interdisziplinäre *DT-Team* setzte sich weiterhin aus Mitarbeitern von GRIMME, dem entsprechenden Zulieferer für Steuergeräte, einem Sensorhersteller, einem Lagerhersteller, einem Telekommunikationsunternehmen sowie wissenschaftlichen Mitarbeitern aus den Bereichen Maschinenelemente und Sensorik zusammen. Als *Kunde* konnte im Verlauf des Projekts ein Lead User von GRIMME gewonnen werden. Die Rolle des Kunden wird im weiteren Verlauf der Methode näher erläutert.

## 5.1 PSS-Ideendokumentation

In diesem Kapitel werden die einzelnen Techniken der PSS-Ideendokumentation durchlaufen. Dabei wird Pfad b) aus Abbildung 4-6 herangezogen.

Zu Beginn des Projekts wurde ein Kick-off-Workshop initiiert. Dieser diente zum Kennenlernen der Partner und zur Vorstellung der bereits vorhandenen PSS-Idee. Die initiale Idee, die im Konsortium diskutiert wurde, war die Realisierung einer datenbasierten, vorausschauenden Wartung für den Varitron 470, einem Kartoffelvollernter von GRIMME, gekoppelt mit einer verfügbarkeitsorientierten Entlohnung. Der Kunde muss demnach nicht mehr das Nutzfahrzeug kaufen, sondern zahlt für einen spezifischen Grad an technischer Verfügbarkeit. Um dies zu realisieren, ist ein vorausschauender Wartungsansatz unumgänglich, damit der Grad der Verfügbarkeit auch gewährleistet werden kann. Solche Ansätze existieren bereits in anderen Branchen (z. B. Rolls Royce [Smit13], Trumpf [Borg16]) in unterschiedlichen Ausprägungen. Ziel war es daher, diesen Ansatz auf die Landmaschinenbranche zu übertragen. Die nachfolgende Design Challenge entstand (siehe Abbildung 5-1).

| **Dokumentation der Design Challenge** |
|---|
| **Problembeschreibung:**<br>Die vorausschauende Wartung wird zunehmend von Wettbewerbern und Unternehmen außerhalb der Branche genutzt, um die Maschinen des Kunden vor einem Totalausfall zu bewahren. Durch neue bezahlbare Sensorik und neuen Datenverarbeitungsmöglichkeiten, soll ein entsprechendes PSS kundenorientiert entwickelt werden, um Wettbewerbsvorteile auszubauen |
| **Definition der Kundengruppe:** Landwirtschaftliche Großbetriebe / Lohnunternehmen |
| **Design Challenge:**<br>Wie können wir einen vorausschauenden Wartungsansatz für landwirtschaftliche Großbetriebe/Lohnunternehmen kundenorientiert realisieren? |

Abbildung 5-1: Design Challenge des Anwendungsfalls (basierend auf [Siva19])

Als Kundengruppe wurden landwirtschaftliche Großbetriebe bzw. Lohnunternehmen gewählt, da diese aufgrund der geschätzten entstehenden Kosten und Risiken am ehesten bereit wären, eine solche Lösung gemeinsam mit GRIMME zu realisieren. Die Aktivität der Erstellung des Projektplans entfiel, da das Verbundprojekt bereits vorab zeitlich auf generischer Ebene geplant wurde. Die Zusammensetzung der Akteure wurde bereits im vorhergehenden Kapitel vorgestellt. In einem Kick-off-Workshop bei GRIMME wurde den Akteuren die erstellte Design Challenge vorgestellt. Die Partner stellten sich und ihre jeweiligen Kompetenzen mit einem Impulsvortrag vor. Es wurden verschiedene technologische Trends in der Landwirtschaft und angrenzenden Themengebieten vorgestellt. Anschließend wurde die Idee aus der Design Challenge extrahiert, weiter detailliert und dokumentiert. Dazu wurde von GRIMME analysiert, welche Komponenten sich für einen vorausschauenden Wartungsansatz eignen. Einen solchen Ansatz für jede Komponente zu realisieren, wäre mit immensen Kosten verbunden. Aus diesem Grund wurden servicerelevante Komponenten identifiziert. Die Analyse kam zu dem Ergebnis, dass ein Förderband, welches das Erntegut in das Innere des Fahrzeugs transportierte, eine hohe Ausfallrate aufweist. Das stellt nicht nur für GRIMME, sondern auch für die Landwirte ein

großes Problem dar. Die Erntefenster sind meist kurz und stark wetterabhängig. Fällt ein solches Förderband bei der Ernte aus, steht die Maschine still und der Servicetechniker von GRIMME muss den Serviceeinsatz auf dem Feld durchführen. In der Zeit, in der das Förderband ausgetauscht wird, kann der Landwirt die Maschine nicht nutzen und somit nicht ernten. Das Erlöskonzept soll dabei derart ausgestaltet sein, dass die Anschaffungskosten der Landmaschine für den Kunden verringert werden und dieser für den Grad der technischen Verfügbarkeit des Förderbandes pro Monat zahlt. Das Förderband muss dabei derart überwacht werden, dass eine genaue Analyse dessen Zustands kontinuierlich erfolgen kann. Es wurde sich für eine sensorische Überwachung entschieden. Dazu sind kommunikationsfähige Komponenten von entsprechenden Partnern zu integrieren, eine Infrastruktur zur Datenübertragung sowie eine geeignete Datenverarbeitung zu entwickeln. Für die notwendigen F&E-Aktivitäten sind Kosten einzuplanen und auch für die Nutzung der Infrastruktur müssen die Partner entlohnt werden, was laufende Kosten für den PSS-Anbieter bedeutet. Es wurden initiale Systemanforderungen für die Realisierung abgeleitet und mögliche Risiken identifiziert. Ein Auszug der PSS-Ideendokumentation findet sich in der nachfolgenden Abbildung 5-2.

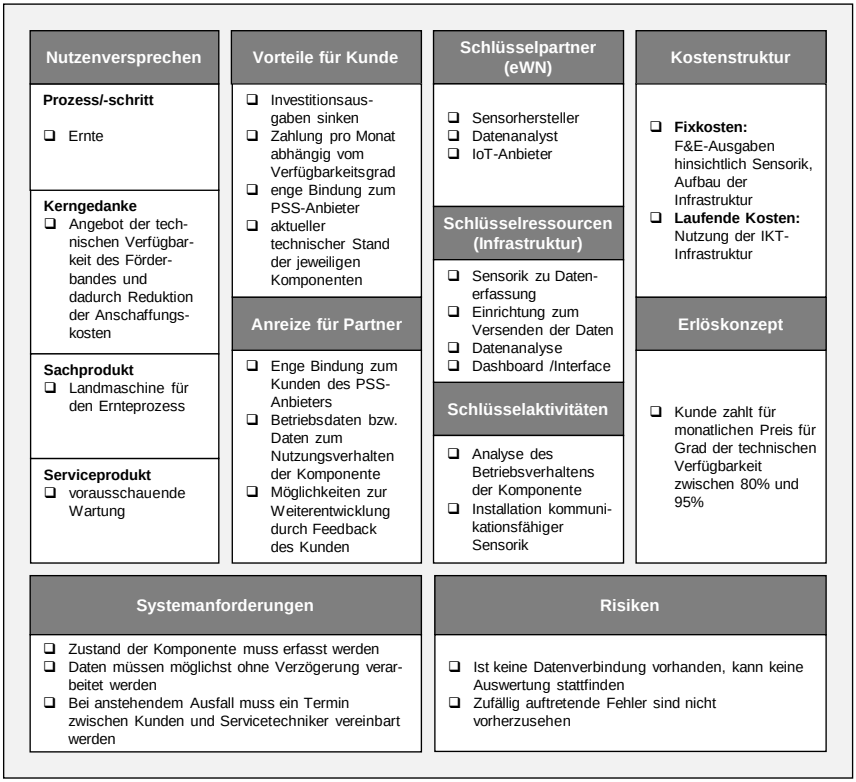



Abbildung 5-2: PSS-Idee des vorausschauenden Wartungsansatzes für den Varitron 470 (basierend auf [Siva19])

## 5.2 Lead-User-Einbindung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Lead-User-Einbindung vorgestellt. Nach der Dokumentation der PSS-Idee musste GRIMME einen entsprechenden Lead User identifizieren, mit dessen Unterstützung die Idee hinsichtlich der Kundenbedürfnisse validiert werden konnte. Da zu diesem Zeitpunkt sich noch kein entsprechender Lead User identifizieren ließ, übernahmen die Validierung der Kundenbedürfnisse einzelne Mitarbeiter der Vertriebsabteilung von GRIMME, die bis dahin noch nicht involviert waren. (Die Suche nach einem Lead User wurde parallel weitergeführt). Zur Validierung wurde gemeinsam mit Mitarbeitern der Vertriebsabteilung eine Customer Journey durchgeführt. Als Zeitraum wurde exemplarisch *Ein Erntetag des landwirtschaftlichen Großbetriebs* festgelegt. Die Prozesse wurden grob in *Vorbereitung*, *Ernten* und *Nachbereiten/Säubern* unterteilt. Anschließend wurden diese Prozesse mit den Mitarbeitern der Vertriebsabteilung in einem Workshop durchgesprochen. Dabei wurden vom DT-Team für die einzelnen Prozessschritte die jeweiligen Bedürfnisse aus den Diskussionen abgeleitet und in das Template übertragen. Nach dem Ausfüllen der Bedürfnisse innerhalb der Prozessschritte wurde im DT-Team ein Brainstorming auf Basis der Ergebnisse durchgeführt. Die gesammelten Ideen wurden formlos diskutiert und bewertet. Anschließend wurden für die ausgewählten Ideen Systemanforderungen abgeleitet. Ein Auszug der Customer Journey wird in der nachfolgenden Abbildung 5-3 visualisiert.

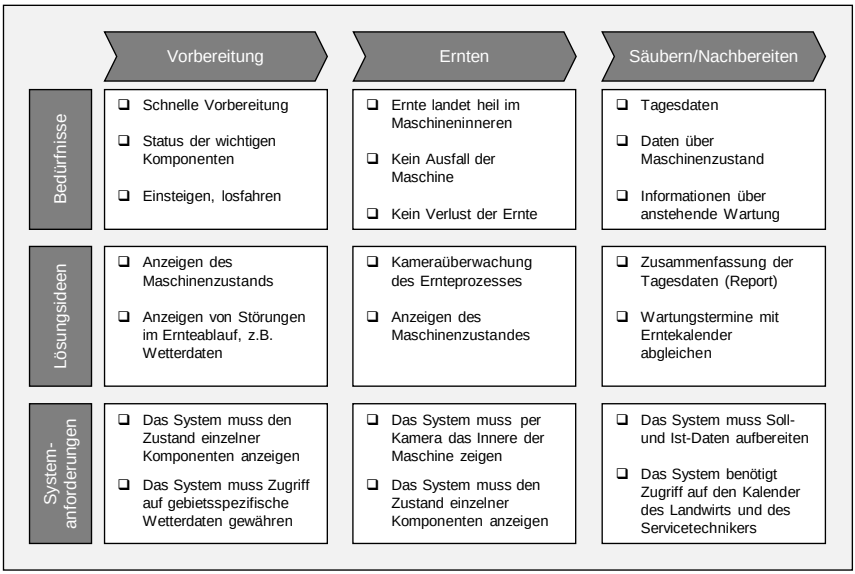



Abbildung 5-3: Ergebnisse der Customer Journey (basierend auf [Siva19])

Die Customer Journey zeigt, dass ein Bedürfnis hinsichtlich der Kenntnis des Betriebszustandes einzelner Komponenten bei den Kunden vorliegt.

Bei der Durchführung der Customer Journey ist zu sehen, dass auch wenn die PSS-Idee bereits zu Beginn des Prozesses festliegt, sowohl ergänzende Ideen als auch neue Ideen zur Bedürfnisbefriedigung abgeleitet werden können. Als Erweiterung der initialen PSS-Idee ist die Implementierung einer Kalenderfunktion zu sehen, sodass Kunde und Servicetechniker eine direkte

Terminvereinbarung umsetzen können. Zudem wurde eine Erweiterung bezüglich der Anzeige von Wetterdaten identifiziert, um den Kunden dahingehend zu unterstützen. Den Mitarbeitern wurde auf Basis der angegebenen Bedürfnisse die dokumentierte PSS-Idee aus der Aktivität *PSS-Ideendokumentation* vorgestellt. Eine positive Beurteilung der PSS-Idee ermöglichte den sofortigen Übergang in die nächste Aktivität der *PSS-Detailplanung*.

## 5.3 PSS-Detailplanung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der PSS-Detailplanung aus dem Anwendungsfall beschrieben. Dazu gehören die Prozessanalyse, die Kartierung des eWN und die Planung der Umsetzung. Da die Überwachung des Maschinenzustands insbesondere während des Ernteprozesses ein starkes Bedürfnis des Kunden darstellt, wurde sich im weiteren Verlauf hauptsächlich mit dieser Phase beschäftigt. Der Ernteprozess wurde dabei in die Prozessschritte *Ernte vorbereiten*, *Ernten*, *Kritischer Verschleißzustand erreicht*, *Ernteeinsatz abschließen* aufgeteilt. Für jeden Prozessschritt wurden auf Basis der PSS-Idee die Systemanforderungen spezifiziert. Die Durchführung der Prozessanalyse lag in der Verantwortung des DT-Teams. Falls Fragen hinsichtlich der Prozessdetaillierung aufkamen, wurde Rücksprache mit den Mitarbeitern der Vertriebsabteilung gehalten. Die nachfolgende Abbildung 5-4 zeigt einen Auszug der Prozessanalyse.

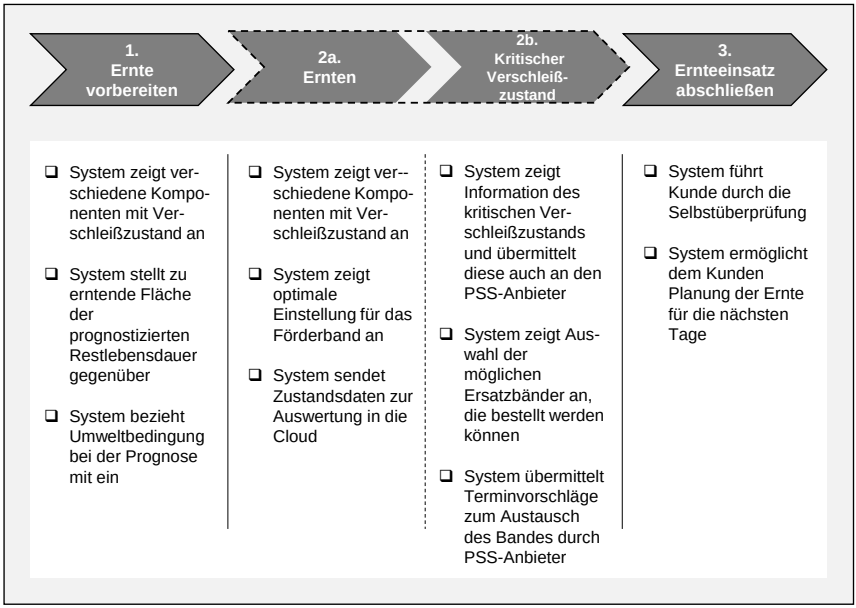



Abbildung 5-4: Ergebnisse der Prozessanalyse (basierend auf [Siva19])

Die Ergebnisse der Prozessanalyse beschreiben bereits in detaillierterer Form die Funktionsweise des entstehenden Systems im Vergleich zur Customer Journey oder zur PSS-Ideen-Canvas. Es lassen sich bereits Systeme der technischen Infrastruktur identifizieren und auch das Zusammenspiel zwischen verschiedenen Anwendungen wie Kalender, Wettervorhersage oder Bodenkartierung wird ersichtlich.

Zur Realisierung des Systems wurde anschließend das eWN analysiert. Dazu wurde der Anwendungsfall prozessual vom DT-Team durchlaufen und dabei die notwendigen Partner und Ressourcen aufgezeichnet. Damit ein Vergleich mit dem aktuell existierenden eWN angestrebt werden konnte, wurde GRIMME hinsichtlich der Zusammensetzung befragt. Die Förderbänder werden bereits im eWN hergestellt und auch die Steuergeräte und Anzeigen innerhalb der Maschine werden durch bestehende Partnerschaften abgedeckt. Durch das Aufzeichnen des notwendigen eWN wurden fehlende Partnerschaften identifiziert. Ein Auszug der Karte des eWN wird in der nachfolgenden Abbildung 5-5 visualisiert.

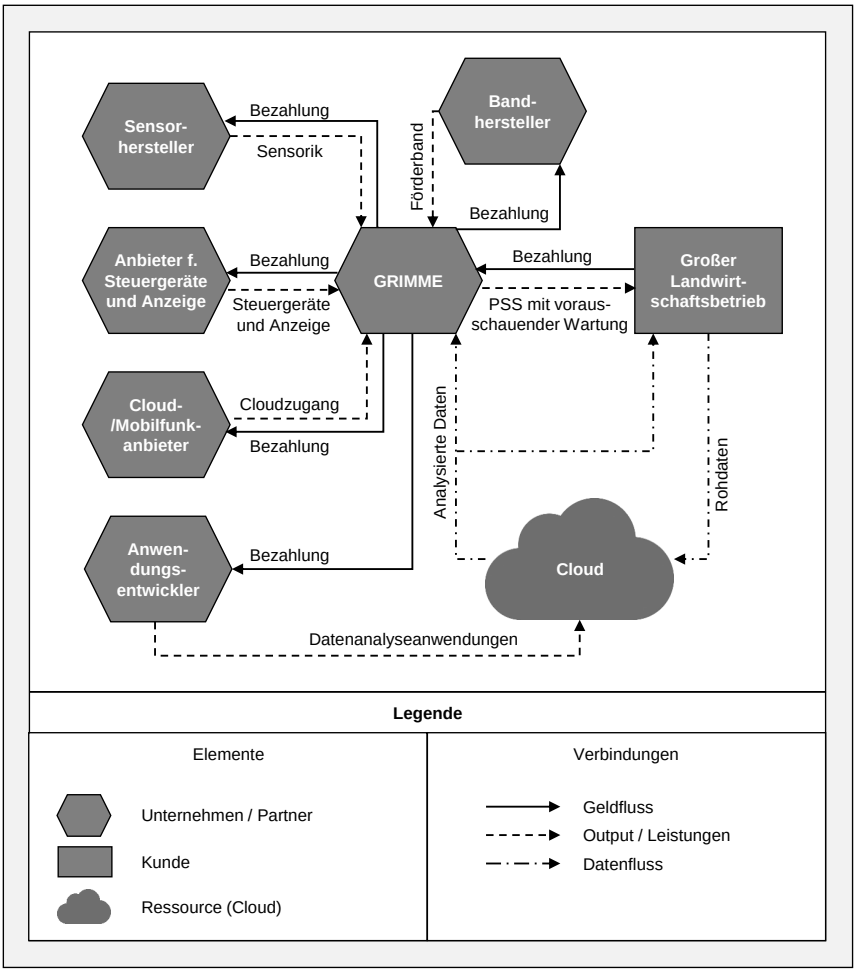



Abbildung 5-5: Ergebnisse der Kartierung des eWN (basierend auf [Siva19])

Für die Realisierung der vorausschauenden Wartung ist eine sensorische Überwachung des Förderbandes notwendig. Es muss dementsprechend eine spezifische Sensorik für den Anwendungsfall entwickelt werden. Nachdem die Daten durch die Sensorik aufgezeichnet wurden,

müssen diese hinsichtlich verschiedener Verschleißmerkmale ausgewertet werden. Dazu müssen die Daten über Kommunikationstechnologien in die Cloud gesendet werden, wo eine Datenanalyseanwendung die Daten auswertet und das Analyseergebnis zum einen an GRIMME, zum anderen aber auch an die Anzeige innerhalb der Kundenmaschine zurückspielt. Die Verbindung zwischen Nutzfahrzeug und Cloud muss über Mobilfunk realisiert werden. Sobald ein verschleißkritischer Fall eintritt, muss dies über eine Statusmeldung angezeigt werden. Zudem muss GRIMME den Kontakt zum Kunden suchen und einen Serviceeinsatz initiieren. Die Datenanalyse muss in der Hinsicht ausgelegt werden, dass der überwachte Verschleißkennwert aufgezeichnet wird und bei Überschreitung der Verschleißgrenze eine Meldung ausgegeben wird. Da nicht immer eine Mobilfunkverbindung in landwirtschaftlich geprägten Regionen gegeben ist, muss dies in der Analyse als Sicherheitsfaktor berücksichtigt werden. Kündigt sich ein Ausfall des Förderbands an, kann der Kunde, je nach aktuellem Ernteplan hinsichtlich Fläche, Boden und Frucht, auch andere Förderbänder bestellen.

Nachdem der Anwendungsfall ausführlich analysiert und die Ergebnisse über den Verlauf in verschiedenen Formen dokumentiert wurden, wird die Umsetzung des Anwendungsfalls geplant. Ein Abgleich des aktuellen Ist-Zustands und des angestrebten Soll-Zustands sowie die verschiedenen Schritte zur Erreichung des Soll-Zustandes werden hierbei adressiert. Der Aktionsplan hilft, die verschiedenen Schritte zur Erreichung des Soll-Zustands zu identifizieren. Die Planungsergebnisse dienen der strukturierten Entwicklung und Realisierung des PSS. Nach der Dokumentation im Aktionsplan endet die Aktivität und die nächsten Aktivitäten *Prototypen entwickeln* und *Testen* wurden initiiert.

## 5.4 Prototypen entwickeln und Testen

In diesem Kapitel werden die unterschiedlichen Prototypen vorgestellt, die im Laufe des Projekts entstanden sind. Dabei adressieren die Prototypen unterschiedliche Elemente des PSS. Einzelne Prototypen wurden im Projekt gemeinsam mit dem Kunden getestet.

**Prototyp Serviceprozess**

Die Detaillierung des Anwendungsfalls innerhalb der Prozessanalyse stellt ein initialer Prototyp dar. Hierbei werden der Prozessablauf und das Systemverhalten beschrieben, welche im Anwendungsfall auftreten bzw. auftreten können. Der Serviceprozess kann zudem unter Zuhilfenahme formalisierter Modellierungsmöglichkeiten, wie z. B. dem Serviceblueprint oder einem Flussdiagramm, detailliert werden. Bei der Präsentation der Projektergebnisse wurde die Technik des Storytellings eingesetzt und die Relevanz des Anwendungsfalls mit Hilfe einer kurzen Szene dargestellt.

**Prototyp der Sensorik**

Aus der Analyse des Verschleißverhaltens des Förderbandes resultierte die Erkenntnis, dass dieses sich über die Nutzungszeit dehnt. Das Förderband setzt sich aus zwei Riemen zusammen, die über Metallstäbe miteinander verbunden sind. Das Band wird über zwei Schlossstellen an den Riemen im Fahrzeug montiert. Die Schlossstellen gelten bei der Dehnung des Bandes als Schwachstelle. Reißt das Förderband, dann geschieht dies meist im Bereich der Schlossstelle. Diese Dehnung des Förderbandes kann sensorisch überwacht werden. Hierfür wurde ein Magnetfeldsensor eingesetzt. Der Durchgang der Metallstäbe des Förderbandes kann somit berührungslos detektiert werden. Ändert sich der Abstand des Durchgangsignals der Metallstäbe, resultiert dies durch die Dehnung des Bandes. Wird dabei eine definierte Grenze erreicht, kann

basierend darauf eine Warnmeldung ausgegeben und ein Serviceprozess initiiert werden. Der Sensor wurde versuchsweise an der Maschine montiert. Nach einem Testdurchlauf an der Maschine des Lead Users resultierte eine starke Verschmutzung des Sensors durch die rauen Einsatzbedingungen, sodass das Sensorgehäuse angepasst werden musste. Auch der Sensor selbst wurde mit den Erkenntnissen aus mehreren Tests optimiert. Aus den Ideen zur Überwachung der Zustandsänderung wurde zudem ein berührendes Sensorkonzept entwickelt und getestet, welches im direkten Eingriff mit den Metallstäben des Förderbandes stand. Nach dem Test wurde dieses aufgrund der starken Verschmutzung im Betrieb und der damit entstehenden Einschränkung der Funktionsfähigkeit verworfen [Siva19].

**Virtueller Prototyp des Förderbands**

Die vorausschauende Wartung geht mit der Überwachung verschiedener Grenzwerte der Messgröße einher. Damit ein adäquates Verschleißmodell entwickelt werden kann, müssen Daten vorhanden sein, die das Verschleißverhalten abbilden. Im Kontext der Landtechnik bedeutet dies, dass der im Fahrzeug eingebaute Sensor möglichst viele Daten aufzeichnet. Der Ernteprozess ist allerdings von vielen Faktoren abhängig, darunter Wetter- und Bodenverhältnissen. Dies führte dazu, dass die Kundenmaschine in der Projektlaufzeit unzureichend betrieben wurde und somit ein Mangel an Daten resultierte. Um dies zu kompensieren, wurde von einzelnen Mitgliedern des DT-Teams ein virtueller, simulativer Prototyp des Förderbands entwickelt, mit dem es möglich war, die vorhandene Datenbasis künstlich zu erweitern [Strö18].

**Prototyp der Anzeige**

Die Anzeige des Verschleißzustands musste innerhalb der Kundenmaschine angepasst werden. Dafür wurden prototypisch für den Verschleißzustand Grenzwerte definiert, die ein leichtes Erkennen durch die Umsetzung einer Statusampel ermöglichten. In der prototypischen Anzeige wurde ein Menüpunkt für die Bandbestellung implementiert, der es dem Nutzer ermöglicht, im Falle eines sich anbahnenden Ausfalls, auf Basis der aktuellen Erntesituation, ein spezifisches Band zu bestellen. Für die Realisierung des PSS muss ebenfalls eine entsprechende Anzeige beim PSS-Anbieter implementiert werden, damit dieser beim Erreichen eines bestimmten Verschleißgrenzwertes einen Serviceprozess beim Kunden initiieren kann. Es galt also eine Übersicht prototypisch zu entwickeln, welche sowohl eine Übersicht aller Kunden bietet als auch einen schnellen Überblick hinsichtlich des Komponentenzustands. Eine tabellarische Darstellung der Kunden verknüpft mit einer Statusampel der jeweiligen Komponente stellte den Wireframe-Prototyp der Anzeige bei GRIMME dar [Siva19].

Der Prototyp der Sensorik konnte mehrmals mit dem Kunden getestet und auf Basis der Testergebnisse angepasst werden. Die anderen Prototypen entstanden auf Basis der Customer Journey oder intern resultierenden Ideen. Die positiven Auswirkungen der Tests der entwickelten Prototypen gemeinsam mit dem Kunden wurden bestätigt.

## 5.5 Erkenntnisse aus der Validierung

Die Methode zur agilen Planung von PSS durch den Einsatz von DT wurde im Zuge eines Verbundprojekts validiert. Charakteristisch für diese Art von Projekten ist, dass Endergebnisse im Prototypenstadium entstehen und von den Unternehmen anschließend in die Marktreife überführt werden. Die Projektform stellte somit eine adäquate Validierungsmöglichkeit dar. Die eingesetzten Techniken bilden eine projektspezifische Auswahl, die zur Validierung herangezogen wurde.

An dem gezeigten Validierungsbeispiel wird ersichtlich, dass bei der Identifizierung und Einbindung des Lead Users viel Zeit eingeplant werden muss. Dies liegt daran, dass ein geeigneter Kunde aus dem entsprechenden Kundensegment identifiziert und der Zweck der gemeinsamen, von Agilen Prinzipien geprägten Zusammenarbeit erläutert werden muss. Die PSS-Idee verlangte nicht nur die Entwicklung immaterieller Bestandteile, sondern auch die Integration von Sensorsystemen und Steuerungsgeräten in der Maschine. Da eine Befestigung von Sensoren an der Maschine nicht vorgesehen war, mussten entsprechende Bohrungen in der Nähe des Förderbandes angebracht werden. Dem Kunden muss daher beim Einsatz Agiler Methoden auch bei dem Verwerfen der PSS-Idee ein Mehrwert durch die Zusammenarbeit entstehen. Hier wird zudem deutlich, dass die rein serviceorientierte Betrachtung, wie dies z. B. im Service Design der Fall ist, nicht hinreichend für die Entwicklung von PSS im Investitionsgüterkontext ist.

Das DT-Team stellt in seiner ursprünglichen Form eine Arbeitsgruppe dar, die gemeinsam die jeweiligen Schritte der Methode durchläuft und an den jeweiligen Lösungselementen gemeinsam arbeitet. Insbesondere bei der Prototypenentwicklung wurde ersichtlich, dass sich das DT-Team bei der Validierung nochmals kompetenzspezifisch in kleinere Arbeitsgruppen unterteilte, was die Entwicklung der Prototypen positiv beeinflusste. So konnten Prototypen der unterschiedlichen PSS-Elemente parallel realisiert werden. Die Aufteilung in kleinere Arbeitsgruppen hängt auch damit zusammen, dass die Mitglieder des DT-Teams deutschlandweit verteilt waren und eine physische Präsenz der Mitglieder nicht immer möglich war.

Die agile PSS-Planung lässt sich sowohl markt- als auch technologiegetrieben initiieren, plant die Realisierung der PSS-Ideen und entwickelt unter Kundeneinbindung schnell und iterativ erste Prototypen. An die Planung schließt sich die PSS-Entwicklung an, die das PSS zur Marktreife weiterentwickelt. Dafür nutzt die PSS-Entwicklung die erarbeiteten Grundlagen der PSS-Planung in vielfacher Weise. Die PSS-Entwicklung wurde in der Planungsmethode derart berücksichtigt, dass innerhalb der Planung Anforderungen abgeleitet und über den Verlauf detailliert werden, die anschließend beispielsweise in das Scrum-Backlog der agilen PSS-Entwicklung übertragen werden können. Um die Wirksamkeit der entwickelten PSS-Planungsmethode übergreifend hinsichtlich der Lebenszyklusphasen validieren zu können, muss in weiteren Forschungsarbeiten ein Vorgehen zur agilen PSS-Entwicklung entwickelt werden.

Die Methode des DT fokussiert in ihrer ursprünglichen Form nur die marktgetriebene Initiierung. Eine technologiegetriebene Induktion wird vernachlässigt. Aus diesem Grund ist die Validierung anhand eines technologiegetriebenen Anwendungsfalls essenziell. Eine kundenorientierte und agile PSS-Planung zusammen mit einer technologiegetriebenen Induktion erweitert die marktorientierte Betrachtungsweise des DT, was die Integration der Methode in die Prozesse der Unternehmen aus der Investitionsgüterindustrie handhabbar macht.

Es kann geschlussfolgert werden, dass sich die entwickelte Methode zur agilen Planung von PSS eignet. DT kann somit in die PSS-Planung integriert werden, um so schnell auf Änderungen reagieren zu können, ohne dabei die Vorteile anderer Ansätze, wie z. B. Kundenorientierung und vollumfängliche Berücksichtigung der PSS-Elemente, zu vernachlässigen.

# 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Planung und Entwicklung von PSS ist geprägt von Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität. Agile Methoden bieten hierfür Potenziale, um möglichst schnell auf Änderungen reagieren und passende Lösungen dem Kunden anbieten zu können. In der Softwareentwicklung sind Agile Methode bereits etabliert, doch auch in der Sach- und Serviceproduktentwicklung und vereinzelt auch in der PSS-Gestaltung finden Agile Methoden Anwendung. Diese Arbeit liefert einen Beitrag zur Ausgestaltung der frühen Phase, der Planungsphase, von investiven, datenbasierten PSS. Die Arbeit widmet sich der Forschungsfrage, wie durch die Integration von DT als Agile Methode in die PSS-Planung eine Fähigkeit zur agilen Reaktion auf Änderungen realisiert werden kann, ohne dabei grundlegende Vorteile anderer Ansätze, wie die Berücksichtigung aller PSS-Elemente und die frühzeitige Kundenintegration, zu vernachlässigen.

Im Stand von Wissenschaft und Technik werden zum einen die notwendigen Begrifflichkeiten bezogen auf PSS näher erläutert. Zudem werden PSS aus Prozess- und Systemsicht charakterisiert, die Planung von PSS detailliert dargestellt und verschiedene Herausforderungen der VUKA-Welt auf die PSS-Planung erörtert. Im Anschluss daran werden Agile Methoden als mögliche Mittel zur Überwindung der Herausforderungen diskutiert und Anforderungen für eine agile PSS-Planung abgeleitet. Anschließend werden Ansätze zur Planung von PSS analysiert. Dabei kann geschlussfolgert werden, dass die Ansätze die PSS-Elemente meist vollumfänglich adressieren und den Kunden in vielfacher Weise bereits integrieren. Durch die Notwendigkeit zusätzlich auf schnell auf Änderungen reagieren zu können, werden in einigen jüngeren Ansätzen bereits Agile Techniken und Methoden eingesetzt. Diese ermöglichen es, inkrementelle Ergebnisse in kurzzyklischen Entwicklungsphasen mit einem interdisziplinären Team zu generieren.

Eine Agile Methode, die Einflüsse aus dem Bereich Industriedesign und Systems Thinking aufweist, ist DT. In Kapitel 2.7 werden verschiedene Vorgehensmodelle des DT näher analysiert. Um die Eignung von DT innerhalb der PSS-Planung festzustellen, werden DT und die PSS-Planung in Kapitel 2.7.2 gegenübergestellt. Es kann geschlussfolgert werden, dass DT hinsichtlich Kundenorientierung und Änderungsaffinität die PSS-Planung unterstützen kann. Jedoch ist DT marktgetrieben und vernachlässigt somit eine technologiegetriebene Initiierung. Aus den Erkenntnissen werden Forschungsfrage, Ziele und Aufgaben der Arbeit abgeleitet.

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung einer Methode zur agilen Planung von PSS durch den Einsatz von DT. Dazu wird eine Methodik zur Methodenentwicklung, das sogenannte Methoden Engineering, eingeführt. Dadurch werden die Elemente, welche zur Entwicklung der Planungsmethode vorhanden sein müssen, definiert und charakterisiert. Darauf aufbauend werden die Elemente in einem Metamodell in Beziehung zueinander gesetzt und deren Ausprägungen abgeleitet. Dies dient dem allgemeinen Verständnis des Zusammenhangs der Elemente. Anschließend wird das Vorgehensmodell der Methode aufgebaut. Dazu werden die einzelnen Aktivitäten hinsichtlich ihrer Inhalte und Ziele analysiert. Auf Basis der ersten Struktur des Vorgehens wird eine Unterscheidung hinsichtlich möglicher Fälle technologiegetriebener Induktion getroffen und die jeweiligen Aktivitäten dahingehend im Vorgehensmodell ergänzt. Zudem werden die notwendigen Stellen im Vorgehen zur Abstimmung mit Kunden und anderen Stakeholdern, die nicht aktiv am Prozess beteiligt sind, integriert.

Nach dem grundlegenden Aufbau des Vorgehens in der Methode werden die einzelnen Aktivitäten in Bezug auf die zur Ergebniserstellung notwendigen Techniken detailliert erläutert. Weiterhin wird die Beteiligung der jeweiligen Rollen näher spezifiziert. Dazu werden zuerst die Aktivitäten des marktgetriebenen Vorgehens detailliert, bevor die beiden technologiegetriebenen Vorgehen detailliert werden. Da die Aktivitäten *PSS-Planung*, *Prototypen entwickeln* und *Testen* sich nicht hinsichtlich des Induktionsmechanismus unterscheiden, werden diese drei Aktivitäten nur innerhalb des Kapitels 4.5 erläutert.

Im Anschluss an die Beschreibung der Techniken, die den jeweiligen Rollen zur Ergebniserstellung innerhalb der jeweiligen Aktivitäten dienen, werden verschiedene Aspekte zur Integration des agilen Ansatzes zur PSS-Planung in die Unternehmensorganisation näher beleuchtet. Dazu zählt zum einen die Einführung des Ansatzes in die Unternehmensorganisation inklusive prozessualer Betrachtung durch einen strategischen Steuerkreis. Zum anderen aber auch die notwendigen Ressourcen und Anpassung bestehender Ressourcen, welche durch die Einführung agiler Vorgehensweisen beeinflusst werden.

Validiert wurde die Methode zur agilen PSS-Planung mit einem Anwendungsfall aus der Landmaschinenbranche. Dabei wurde der technologiegetriebene Anwendungsfall von GRIMME aus dem Verbundforschungsprojekt InnoServPro herangezogen. Da DT in der Ursprungsform marktgetrieben initiiert wird, wurde kein weiterer marktgetriebener Anwendungsfall zur Validierung gewählt. Die Validierung hat gezeigt, dass die Methode zur agilen Planung von PSS eingesetzt werden kann. Die Möglichkeit, die Methode sowohl markt- als auch technologiegetrieben initiieren zu können, bietet einen hohen Mehrwert für produzierende Unternehmen als PSS-Anbieter. Durch die Integration von DT in die PSS-Planung kann somit die agile Fähigkeit zur schnellen Reaktion auf Änderungen realisiert werden.

Auf Basis der Methodenentwicklung und der durch die Validierung entstehenden Erkenntnisse lassen sich folgende Ausblicke auf zukünftige Arbeiten ableiten.

- Die Planung ist die erste Phase im Lebenszyklus eines PSS, gefolgt von der Entwicklung. Eine Verbindung der agilen PSS-Planung mit einer agil gestalteten PSS-Entwicklung, für die sich beispielsweise das Scrum-Rahmenwerk eignet, bietet weitere Potenziale für Unternehmen, kundenorientiert und änderungsaffin zu arbeiten. Die Lebenszyklusbetrachtung bei PSS eröffnet weiteres Potenzial, agile Mechanismen zu entwickeln, um eine agile Weiterentwicklung auf Basis sich ändernder Kundenbedürfnisse oder neuer Technologien innerhalb der Nutzungsphase realisieren zu können. Ein agiles PSS-Lebenszyklusmanagement wäre das Ziel.
- Ein Roll-out Agiler Methoden in das Tagesgeschäft stellt viele Unternehmen vor Schwierigkeiten. Zu gering ist das Verständnis agiler Prinzipien und Werte und zu groß ist die Gewohnheit an traditionelle sequenzielle Prozesse. Ein Einführungskonzept würde Unternehmen unterstützen, Handlungsfelder zu identifizieren, die verändert werden müssen, um ein agiles Denken und Handeln nachhaltig zu implementieren.
- PSS werden oft als nachhaltigere Lösungen als der Verkauf einzelner Sachprodukte gesehen. Für die gezielte Entwicklung nachhaltiger PSS wurden bereits spezifische Werkzeuge entwickelt. Die Erweiterung der agilen PSS-Planung um diese Werkzeuge ermöglicht somit die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten.

# 7 Quellenverzeichnis


[Abel16] T. Abele: Vorwort. In: Abele, T. (Hrsg.): Die frühe Phase des Innovationsprozesses, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016.

[Abra02] P. Abrahamsson, O. Salo, J. Ronkainen: Agile software development methods - Review and analysis. VTT, (2002).

[Abra18] M. Abramovici: Engineering smarter Produkte und Services - Plattform Industrie 4.0 Studie. 2018.

[acat14] acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften: Smart Service Welt: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft. 2014.

[Albe19] A. Albers, J. Heimicke, M. Spadinger, N. Reiss, J. Breitschuh, T. Richter, N. Bursac, F. Marthaler: A systematic approach to situation-adequate mechatronic system development by ASD - Agile Systems Design. Procedia CIRP 84 (2019): S. 1015-1022.

[Alon06] T. Alonso-Rasgado, G. Thompson: A rapid design process for Total Care Product creation. Journal of Engineering Design 17/6 (2006): S. 509-531.

[Alon04] T. Alonso-Rasgado, G. Thompson, B.-O. Elfström: The design of functional (total care) products. Journal of Engineering Design 15/6 (2004): S. 515-540.

[Aoya05] M. Aoyama: Persona-and-scenario based requirements engineering for software embedded in digital consumer products. 13th IEEE International Conference on Requirements Engineering - Proceedings: Paris, France, 29 August - 2 September 2005. (2005): S. 85-94.

[Ardo16] M. Ardolino, N. Saccani, P. Gaiardelli, M. Rapaccini: Exploring the Key Enabling Role of Digital Technologies for PSS Offerings. Procedia CIRP 47 (2016): S. 561-566.

[Ardo15] M. Ardolino, N. Saccani, M. Perona: The impact of digital technologies and ecosystems on the servitization of companies: a preliminary analysis. In: Baines, T.; Harrison, D. (Hrsg.): Servitization: the theory and impact - Proceedings of the Spring Servitization Conference. Aston Centre for Servitization - Research and Practice, 2015.

[Asma18] L. Asmar, M. Rabe, C.Y. Low, J. Yee, A. Kühn, R. Dumitrescu: Framework for the agile development of innovative Product-Service-Systems for existing physical rehabilitation systems. Procedia Manufacturing 24 (2018): S. 147-152.

[Atki06] R. Atkinson, L. Crawford, S. Ward: Fundamental uncertainties in projects and the scope of project management. International Journal of Project Management 24/8 (2006): S. 687-698.

[Atzb20] A. Atzberger et al.: Agile Entwicklung physischer Produkte - Eine Studie zum aktuellen Stand in der industriellen Praxis. 2020.

[Auri05] J.C. Aurich, C. Fuchs, F. Jenne: Entwicklung und Erbringung investiver Produkt-Service Systeme - Prozessgestaltung im erweiterten Wertschöpfungsnetzwerk. wt werkstattstechnik online 95/7/8 (2005): S. 538-545.

[Auri06] J.C. Aurich, C. Fuchs, C. Wagenknecht: Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. Journal of Cleaner Production 14/17 (2006): S. 1480-1494.

[Auri10] J.C. Aurich, C. Mannweiler, E. Schweitzer: How to design and offer services successfully. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 2/3 (2010): S. 136-143.

[Auri16] J.C. Aurich, P. Kölsch, C.F. Herder, G. Mert: PSS 4.0 – Einflüsse von Industrie 4.0 auf Produkt-Service Systeme. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 111/9 (2016): S. 565-568.

[Auri07] J.C. Aurich, E. Schweitzer, M. Siener, N. Wolf: Lebenszyklusorientierte Konfiguration investiver Produkt-Service Systeme. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 102/12 (2007): S. 820-824.

[Bain13] T. Baines, H. Lightfoot: Made to serve - How manufacturers can compete through servitization and product service systems. Wiley, (2013).

[Beck01] K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum, A. Cockburn, W. Cunningham, M. Fowler, J. Grenning, J. Highsmith, A. Hunt, R. Jeffries, J. Kren, B. Marick, R. Martin, S. Mellor, K. Schwaber, J. Sutherland, D. Thomas: Manifest für Agile Softwareentwicklung. <https://agilemanifesto.org/iso/de/manifesto.html> - 16.09.2020.

[Bene03] G. Benedix: Innovationsmanagement - Konzept zur systematischen Gestaltung und Umsetzung. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern, (2003).

[Benn14] N. Bennett, G.J. Lemoine: What a difference a word makes: Understanding threats to performance in a VUCA world. Business Horizons 57/3 (2014): S. 311-317.

[Böhm07] T. Böhmann, H. Krcmar: Hybride Produkte: Merkmale und Herausforderungen. In: Bruhn, M.; Stauss, B. (Hrsg.): Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen, Wiesbaden: Gabler Verlag, 2007.

[Borg16] J. Borges, C. Bauer: Analysis of highly variant, temporal data sets for condition-based maintenance. In: Smart Data Innovation Lab (Hrsg.): 1st Smart Data Innovation Conference, 2016.

[Boßl14] M. Boßlau: Business Model Engineering - Gestaltung und Analyse dynamischer Geschäftsmodelle für industrielle Produkt-Service-Systeme. Shaker, (2014).

[Bran14] U. Brandes, P. Gemmer, H. Koschek, L. Schültken: Management Y - Agile, Scrum, Design Thinking & Co.: so gelingt der wandel zur attraktiven und zukunftsfähigen Organisation. Campus Verlag, (2014).

[Bren16a] Brenner, W.; Uebernickel, F.(Hrsg.): Design Thinking for Innovation. Cham: Techn. Univ., Springer International Publishing, 2016.

[Bren16b] W. Brenner, F. Uebernickel, T. Abrell: Design Thinking as Mindset, Process, and Toolbox. In: Brenner, W.; Uebernickel, F. (Hrsg.): Design Thinking for Innovation, Cham: Springer International Publishing, 2016.

[Brow08] T. Brown: Design Thinking. Harvard Business Review (2008): S. 84-95.

[Brow11] T. Brown, B. Katz: Change by Design. Journal of Product Innovation Management 28/3 (2011): S. 381-383.

[Broy10] M. Broy: Cyber-physical Systems - Wissenschaftliche Herausforderungen bei der Entwicklung. In: Broy, M. (Hrsg.): Cyber-Physical Systems - Innovation durch software-intensive eingebettete Systeme. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010.

[Broy13] M. Broy, M. Kuhrmann: Projektorganisation und Management im Software Engineering. Springer Berlin Heidelberg, (2013).

[Buch92] R. Buchanan: Wicked Problems in Design Thinking. Design Issues 8/2 (1992): S. 5.

[Bull06] Bullinger, H.-J. et al.(Hrsg.): Service Engineering - Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Techn. Univ., Springer Berlin Heidelberg, 2006.

[Burr19] W. Burr, M. Stephan: Dienstleistungsmanagement - Innovative Wertschöpfungskonzepte im Dienstleistungssektor. 2nd ed. Kohlhammer Verlag, (2019).

[Cade15] M. Cadet, H. Meissner, O. Hornberg, T. Schulte, N. Stephan, C. Schindler, J.C. Aurich: Modellbasierter Entwicklungsprozess cybertronischer Produkte und Produktionssysteme - Grundlagen, erste Ansätze und weiteres Vorgehen. In: Binz, H. et al. (Hrsg.): Beiträge zum Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung, Stuttgart: Fraunhofer Verl., 2015.

[Carr13] R. Carreira, L. Patrício, R.N. Jorge, C.L. Magee: Development of an extended Kansei engineering method to incorporate experience requirements in product–service system design. Journal of Engineering Design 24/10 (2013): S. 738-764.

[Chri11] C.M. Christensen, K. Matzler, S.F.v.d. Eichen: The innovator's dilemma - Warum etablierte Unternehmen den Wettbewerb um bahnbrechende Innovationen verlieren. Vahlen, (2011).

[Clay12] R.J. Clayton, C.J. Backhouse, S. Dani: Evaluating existing approaches to product-service system design. Journal of Manufacturing Technology Management 23/3 (2012): S. 272-298.

[Coop08] R.G. Cooper: Perspective: The Stage-Gate ® Idea-to-Launch Process—Update, What's New, and NexGen Systems. Journal of Product Innovation Management 25/3 (2008): S. 213-232.

[Cora05] M. Coram, S. Bohner: The Impact of Agile Methods on Software Project Management. Engineering of computer-based systems - Proceedings: 12th IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer-Based Systems: 4-7 April, 2005, Greenbelt, Maryland. (2005): S. 363-370.

[Durs10] M. Durst, S. Stang, L. Stößer, F. Edelmann: Kollaboratives Trendmanagement. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 47/3 (2010): S. 78-86. <https://doi.org/10.1007/BF03340476>.

[Echt16] B. Echterhoff, J. Gausemeier, C. Koldewey, T. Mittag, M. Schneider, H. Seif: Geschäftsmodelle für die Industrie 4.0. In: Jung, H.-H.; Kraft, P. (Hrsg.): Digital vernetzt. Transformation der Wertschöpfung - Szenarien, Optionen und Erfolgsmodelle für smarte Geschäftsmodelle, Produkte und Services. München: Hanser, 2016.

[Echt14] N. Echterhoff: Systematik zur Planung von Cross-Industry-Innovationen. Dissertation, Universität Paderborn, (2014).

[Ehrl13] K. Ehrlenspiel, H. Meerkamm: Integrierte Produktentwicklung. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, (2013).

[Ever05] W. Eversheim, G. Schuh, D. Assmus: Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung. In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung, Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.

[Fuch07] C.H. Fuchs: Life Cycle Management investiver Produkt-Service Systeme - Konzept zur lebenszyklusorientierten Gestaltung und Realisierung. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern, (2007).

[Gaus18] J. Gausemeier, R. Dumitrescu, J. Echterfeld, T. Pfänder, D. Steffen, F. Thielemann: Innovationen für die Märkte von morgen - Strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. Hanser, (2018).

[Gerh02] A. Gerhards: Methodik zur Interaktion von F&E und Marketing in den frühen Phasen des Innovationsprozesses. Dissertation, Technische Hochschule Aachen, (2002).

[Goed99] M. Goedkoop, C. van Halen, H. te Riele, P. Rommens: Product Service Systems, Ecological and Economic Basics. Pre Consultants, (1999).

[Goll15] J. Goll, D. Hommel: Mit Scrum zum gewünschten System. Springer Fachmedien Wiesbaden, (2015).

[Gött10] S. Götte: Open Innovation zur nachhaltigen Steigerung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen. In: Loock, H.; Steppeler, H. (Hrsg.): Marktorientierte Problemlösungen im Innovationsmarketing, 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden, 2010.

[Gräß10] M. Gräßle, O. Thomas, T. Dollmann: Vorgehensmodelle des Product-Service Systems Engineering. In: Thomas, O.; Loos, P.; Nüttgens, M. (Hrsg.): Hybride Wertschöpfung - Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst. Berlin: Springer, 2010.

[Guan17] H. Guan, T. Alix, J.-P. Bourrières: Reference Product-Service System Lifecycle Models in Virtual Enterprise Context. Procedia CIRP 64 (2017): S. 387-392.

[Gutz94] T.A. Gutzwiller: Das CC RIM-Referenzmodell für den Entwurf von betrieblichen, transaktionsorientierten Informationssystemen. Physica-Verlag HD, (1994).

[Habe02] Haberfellner, R.; Daenzer, W.F.(Hrsg.): Systems Engineering - Methodik und Praxis. 11., durchges. Aufl. Zürich: Techn. Univ., Verl. Industrielle Organisation, 2002.

[Haus16] J. Hauschildt, S. Salomo, C. Schultz, A. Kock: Innovationsmanagement. 6., vollst. akt. u. überarb. Aufl. Franz Vahlen, (2016).

[Hepp13] C. Hepperle: Planung lebenszyklusgerechter Leistungsbündel. 1. Aufl. Dr. Hut, (2013).

[Hers14] C. Herstatt, B. Verworn: The 'Fuzzy Front End' of Innovation. In: European Institute For Technology And Innovation Management (Hrsg.): Bringing technology and innovation into the boardroom - Strategy, innovation and competences for business value. London: Palgrave Macmillan, 2014.

[Hilk91] W. Hilke: Grundprobleme und Entwicklungstendenzen des Dienstleistungs-Marketing. In: Hilke, W. (Hrsg.): Dienstleistungs-Marketing - Banken und Versicherungen, freie Berufe, Handel und Transport, nicht-erwerbswirtschaftlich orientierte Organisationen. Wiesbaden: Gabler, 1991.

[Hipp95] E. von Hippel: The sources of innovation. Nachdruck Oxford Univ. Press, (1995).

[Hoff08] K. Hoffmann: Projektmanagement heute. In: Hoffmann, K.; Mörike, M. (Hrsg.): IT-Projektmanagement im Wandel - HMD; Praxis der Wirtschaftsinformatik. 1. Aufl. s.l.: dpunkt.verlag, 2008.

[Holl15] C. Hollauer, J. Wilberg, S. Maisenbacher, M. Omer: Towards a Meta-model for the Description of the Sociotechnical Perspective on Product-service Systems. Procedia CIRP 30 (2015): S. 359-365.

[Homb96] C. Homburg, B. Garbe: Industrielle Dienstleistungen - Bestandsaufnahme und Entwicklungsrichtungen. Zeitschrift für Betriebswirtschaft: ZfB 66/3 (1996): S. 253-282.

[Houd97] Houde S., C. Hill: What do Prototypes Prototype? In: Helander, M.; Landauer, T. K.; Prabhu, P. V. (Hrsg.): Handbook of human-computer interaction, 2nd, completely rev. ed. Amsterdam, New York: Elsevier, 1997.

[Isak09] O. Isaksson, T.C. Larsson, A.Ö. Rönnbäck: Development of product-service systems: challenges and opportunities for the manufacturing firm. Journal of Engineering Design 20/4 (2009): S. 329-348.

[Jung10] P. Junge: BWL für Ingenieure - Grundlagen - Fallbeispiele - Übungsaufgaben. 1. Aufl. Gabler, (2010).

[Kage13] H. Kagermann, W. Whalster, J. Helbig: Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 - Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. 2013.

[Kerg17] A. Kerguenne, H. Schaefer, A. Taherivand: Design Thinking - Die agile Innovations-Strategie. 1. Auflage Haufe, (2017).

[Kim15] S. Kim, C. Son, B. Yoon, Y. Park: Development of an Innovation Model Based on a Service-Oriented Product Service System (PSS). Sustainability 7/11 (2015): S. 14427-14449.

[Kim12] S. Kim, B. Yoon: Developing a process of concept generation for new product-service systems: a QFD and TRIZ-based approach. Service Business 6/3 (2012): S. 323-348.

[Klei16] T. Klein: Agiles Engineering im Maschinen- und Anlagenbau. Dissertation, (2016).

[Klei14] T.P. Klein, G. Reinhart: Approaches for Integration of Agile Procedures into Mechatronic Engineering of Manufacturing Systems. In: Zäh, M. (Hrsg.): Enabling manufacturing competitiveness and economic sustainability - Proceedings of the 5th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2013), Munich, Germany, October 6th - 9th, 2013. Cham: Springer, 2014.

[Köls17] P. Kölsch, C.F. Herder, V. Zimmermann, J.C. Aurich: A Novel Concept for the Development of Availability-Oriented Business Models. Procedia CIRP 64 (2017): S. 340-344.

[Köls19] P. Kölsch, J.C. Aurich, C.F. Herder, V. Zimmermann: Konzeption verfügbarkeitsorientierter Geschäftsmodelle. In: Aurich, J. C. et al. (Hrsg.): Entwicklung datenbasierter Produkt-Service Systeme - Ein Ansatz zur Realisierung verfügbarkeitsorientierter Geschäftsmodelle. 1. Auflage 2020. Berlin: Springer Berlin; Springer Vieweg, 2019.

[Köls20] P. Kölsch, J. Heimicke, A. Albers, J.C. Aurich: Agile Planung und Entwicklung von Produkt-Service Systemen. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 115/6 (2020): S. 381-386.

[Komu17] A. Komus, M. Kuberg: Abschlussbericht: Status quo agile 2016/2017. 2017.

[Köst14] O. Köster: Systematik zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Produktentstehung. Dissertation, Universität Paderborn, (2014).

[Krey15] M.E. Kreye, J.K. Roehrich, M.A. Lewis: Servitising manufacturers: the impact of service complexity and contractual and relational capabilities. Production Planning & Control 26/14-15 (2015): S. 1233-1246.

[Lank12a] M. Lankhorst, W. Janssen, H.A. Proper, M. Steen: Introducing Agile Service Development. In: Lankhorst, M. (Hrsg.): Agile service development - Combining adaptive methods and flexible solutions. Berlin: Springer, 2012.

[Lank12b] M. Lankhorst, M. Zoet, W. Janssen, W.A. Molnar: Agility. In: Lankhorst, M. (Hrsg.): Agile service development - Combining adaptive methods and flexible solutions. Berlin: Springer, 2012.

[Latt17] C. Lattemann, D. Siemon, D. Dorawa, B. Redlich: Digitization of the Design Thinking Process Solving Problems with Geographically Dispersed Teams. In: Marcus, A.; Wang, W. (Hrsg.): Design, User Experience, and Usability: Theory, Methodology, and Management, Cham: Springer International Publishing, 2017.

[Laur13] K. Laurischkat: Wandel des traditionellen Dienstleistungsverständnisses im Kontext von Product-Service Systems. Springer Fachmedien, (2013).

[Laur12] K. Laurischkat: Product-Service Systems - IT-gestützte Generierung und Modellierung von PSS-Dienstleistungsanteilen. Dissertation, Ruhr-Universität Bochum, (2012).

[Lied15] J. Liedtka: Perspective: Linking Design Thinking with Innovation Outcomes through Cognitive Bias Reduction. Journal of Product Innovation Management 32/6 (2015): S. 925-938.

[Lied11a] J. Liedtka: Learning to use design thinking tools for successful innovation. Strategy & Leadership 39/5 (2011): S. 13-19.

[Lied13] J. Liedtka, A. King, K. Bennett: Solving problems with design thinking - Ten stories of what works. Columbia Business School Publ, (2013).

[Lied11b] J. Liedtka, T. Ogilvie: Designing for growth - A design thinking tool kit for managers. Columbia Business School Publ, (2011).

[Lind11] T. Lindberg, C. Meinel, R. Wagner: Design Thinking: A Fruitful Concept for IT Development. In: Plattner, H.; Meinel, C.; Leifer, L. (Hrsg.): Design Thinking, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011.

[Lind12] J. Lindström, M. Löfstrand, M. Karlberg, L. Karlsson: A development process for functional products: hardware, software, service support system and management of operation. International Journal of Product Development 16/3/4 (2012): S. 284.

[Link14] P. Link: Agile Methoden im Produkt-Lifecycle-Prozess – Mit agilen Methoden die Komplexität im Innovationsprozess handhaben. In: Schoeneberg, K.-P. (Hrsg.): Komplexitätsmanagement in Unternehmen - Herausforderungen im Umgang mit Dynamik, Unsicherheit und Komplexität meistern. Wiesbaden: Springer Gabler, 2014.

[Luit01] H. Luiten, M. Knot, T. van der Horst: Sustainable Product-Service-Systems: the Kathalys method. Proceedings Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, (2001): S. 190-197.

[Lüth04] C. Lüthje, C. Herstatt: The Lead User method: an outline of empirical findings and issues for future research. R&d Management 34/5 (2004): S. 553-568.

[Lüth07] C. Lüthje: Methoden zur Sicherstellung von Kundenorientierung in den frühen Phasen des Innovationsprozesses. In: Herstatt, C.; Verworn, B. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen, Wiesbaden: Gabler Verlag, 2007.

[Mann14] C. Mannweiler: Konfiguration investiver Produkt-Service Systeme. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern, (2014).

[Marq13] P. Marques, P.F. Cunha, F. Valente, A. Leitão: A Methodology for Product-service Systems Development. Procedia CIRP 7 (2013): S. 371-376.

[Meff06] H. Meffert, M. Bruhn: Dienstleistungsmarketing - Grundlagen, Konzepte, Methoden. 5., überarbeitete und erweiterte Auflage Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, (2006).

[Meie10] H. Meier, R. Roy, G. Seliger: Industrial Product-Service Systems—IPS 2. CIRP Annals 59/2 (2010): S. 607-627.

[Meie12] H. Meier, E. Uhlmann: Hybride Leistungsbündel – ein neues Produktverständnis. In: Meier, H.; Uhlmann, E. (Hrsg.): Integrierte Industrielle Sach- und Dienstleistungen - Vermarktung, Entwicklung und Erbringung hybrider Leistungsbündel. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012.

[Meie13] H. Meier, F. Morlock, T. Dorka: Functional Specification for IPS²-Execution Systems. In: Meier, H. (Hrsg.): Product-service integration for sustainable solutions - Proceedings of the 5th CIRP International Conference on Industrial Product-Service Systems, Bochum, Germany, March 14th - 15th, 2013. Berlin: Springer, 2013.

[Mein11] C. Meinel, L. Leifer: Design Thinking Research. In: Plattner, H.; Meinel, C.; Leifer, L. (Hrsg.): Design Thinking, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011.

[Meye08] K. Meyer, M. Böttcher, M. Apitz, M. Opitz: Vorgehensmodelle im Kontext IT-basierter Dienstleistungen. In: Fähnrich, K.-P.; Husen, C. (Hrsg.): Entwicklung IT-basierter Dienstleistungen - Co-Design von Software und Services mit ServCASE. Heidelberg: Physica-Verlag Heidelberg, 2008.

[Mont02] O. Mont: Clarifying the concept of product–service system. Journal of Cleaner Production 10/3 (2002): S. 237-245.

[Mont04a] O. Mont: Reducing Life-Cycle Environmental Impacts through Systems of Joint Use. Greener Management International 2004/45 (2004): S. 63-77.

[Mont04b] O. Mont: Product-service systems - Panacea or myth? Dissertation, Lund University, (2004).

[More02] N. Morelli: Designing Product/Service Systems: A Methodological Exploration. Design Issues 18/3 (2002): S. 3-17.

[Mose15] U. Moser, S. Maisenbacher, D. Kasperek, M. Maurer: Definition of an Approach for the Development of Product-Service Systems. Procedia CIRP 30 (2015): S. 18-23.

[Müll13] P. Müller: Integrated engineering of products and services - layer-based development methodology for product-service systems. Dissertation, Technische Universität Berlin, (2013).

[Müll09] P. Müller, N. Kerbir, R. Stark, Blessing L.: PSS Layer Method - Application to Microenergy Systems. In: Sakao, T.; Lindahl, M. (Hrsg.): Introduction to Product/Service-System Design, London: Springer London, 2009.

[Müll10a] P. Müller, F. Schulz, R. Stark: Guideline to elicit requirements on industrial product-service systems. Proceedings of the 2nd CIRP IPS2 Conference 77 (2010): S. 109-116.

[Müll10b] P. Müller, R. Stark: A generic PSS development process model based on theory and an empirical study. In: Marjanović, D. (Hrsg.): Design 2010 - 11th International Design Conference, Dubrovnik - Croatia, May 17 - 20, 2010. Zagreb: 2010.

[Müll20] T. Müller-Prothmann, N. Dörr: Innovationsmanagement - Strategien, Methoden und Werkzeuge für systematische Innovationsprozesse. 4. Auflage (2020).

[Müll16] G. Müller-Stewens, C. Lechner: Strategisches Management - Wie strategische Initiativen zum Wandel führen: der Strategic Management Navigator. 5., überarbeitete Auflage Schäffer-Poeschel Verlag, (2016).

[Neno08] S. Nenonen, H. Rasila, M.-J. Junonen, S. Kärna: Costumer Joruney - a method to investigate user experience. In: European Facility Management Network (Hrsg.): Proceedings of the Euro FM Conference Manchester, 2008.

[Oest08] B. Oesterreich: Agiles Projektmanagment. In: Hoffmann, K.; Mörike, M. (Hrsg.): IT-Projektmanagement im Wandel - HMD; Praxis der Wirtschaftsinformatik. 1. Aufl. s.l.: dpunkt.verlag, 2008.

[Olbe19] S. Olbert, H.G. Prodoehl, C. Worley: Agilität als Wettbewerbsvorteil: Der Agile Performer Index. In: Olbert, S.; Prodoehl, H. G. (Hrsg.): Überlebenselixier Agilität, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.

[Oliv18] D. Olivotti, S. Dreyer, P. Kölsch, C.F. Herder, M.H. Breitner, J.C. Aurich: Realizing availability-oriented business models in the capital goods industry. Procedia CIRP 73 (2018): S. 297-303.

[Ōno08] T. Ōno, N. Bodek: Toyota production system - Beyond large-scale production. [Reprinted] Productivity Press, (2008).

[Orel20] M. Orellano, X. Boucher, G. Neubert, A. Coulon: A Framework to Support Value Co-creation in PSS Development. In: Lalic, B. et al. (Hrsg.): Advances in Production Management Systems. Towards Smart and Digital Manufacturing, Cham: Springer International Publishing, 2020.

[Öste03] H. Österle, D. Blessing: Business Engineering Model. In: Österle, H.; Winter, R. (Hrsg.): Business Engineering, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003.

[Oste10] A. Osterwalder, Y. Pigneur: Business model generation - A handbook for visionaries, game changers, and challengers. Wiley&Sons, (2010).

[Plat11] H. Plattner, C. Meinel, U. Weinberg: Design Thinking - Innovation lernen - Ideenwelten öffnen. Nachdr mi-Wirtschaftsbuch, (2011).

[Preu18] J. Preußig: Agiles Projektmanagement - Scrum, User Stories, Task Boards & Co. 2. Auflage 2018 Haufe, (2018).

[Prui03] J. Pruitt, J. Grudin: Personas: theory and practice. Proceedings of the 2003 conference on Designing for user experiences, (2003): S. 1-15.

[Puhl99] H. Puhl: Komplexitätsmanagement - Ein Konzept zur ganzheitlichen Erfassung, Planung und Regelung der Komplexität in Unternehmensprozessen. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern, (1999).

[Qu16] M. Qu, S. Yu, D. Chen, J. Chu, B. Tian: State-of-the-art of design, evaluation, and operation methodologies in product service systems. Computers in Industry 77 (2016): S. 1-14.

[Rami19] Ramirez H.T., M. Keye, S.D. Eppinger: Application of Agile in Product-Service System Development. 2019.

[Rese11] M. Rese, H. Meier, J. Gesing, M. Boßlau: HLB-Geschäftsmodelle - Partialmodellierung zur Systematisierung von Geschäftsmodellen "Hybrider Leistungsbündel" (HLB). wt werkstattstechnik online 101/7/8 (2011): S. 498-504.

[Ritt82] H. Rittel: Systems analysis of the 'first and second generations'. In: Laconte, P.; Gibson, J. E. (Hrsg.): Human and energy factors in urban planning - A systems approach; proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Factors Influencing Urban Design, Louvain-la-Neuve, Belgium, July 2 - 13, 1979. The Hague: Nijhoff, 1982.

[Ropo09] G. Ropohl: Allgemeine Technologie - Eine Sytemtheorie der Technik. Universitätsverlag Karlsruhe, (2009).

[Rosa17] M. Rosa, C.A.N. Marques, H. Rozenfeld: Commonalities and Particularities of PSS Design Process and Design Thinking. Procedia CIRP 64 (2017): S. 253-258.

[Roth92] R. Rothwell: Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s. R&d Management 22/3 (1992): S. 221-240.

[Roy09] R. Roy, M. Goatman, K. Khangura: User-centric design and Kansei Engineering. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 1/3 (2009): S. 172-178.

[Rupp14] C. Rupp, Joppich R.: Anforderungsschablonen - der Masterplan für gute Anforderungen. In: Rupp, Chris, SOPHIST-Group (Hrsg.): Requirements-Engineering und -Management - Aus der Praxis von klassisch bis agil. 6., aktualisierte und erweiterte Auflage. München: Hanser, 2014.

[Saka11] T. Sakao, S. Paulsson, P. Müller: Integrated Evaluation of a PSS Business Case and a PSS Design Method – Application of the PSS Layer Method to an industrial Drilling Solution. In: Hesselbach, J.; Herrmann, C. (Hrsg.): Functional Thinking for Value Creation - Proceedings of the 3rd CIRP International Conference on Industrial Product Service Systems, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, Germany, May 5th - 6th, 2011. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

[Scha17] D.R. Schallmo: Design Thinking erfolgreich anwenden. Springer Fachmedien Wiesbaden, (2017).

[Sche01] A.-W. Scheer: ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen. 4. Aufl. Springer, (2001).

[Sche06] A.-W. Scheer, Grieble O., R. Klein: Modellbasiertes Dienstleistungsmanagement. In: Bullinger, H.-J.; Scheer, A.-W.; Schneider, K. (Hrsg.): Service Engineering - Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006.

[Sche16] J.O. Scherer, A.P. Kloeckner, J.L.D. Ribeiro, G. Pezzotta, F. Pirola: Product-Service System (PSS) design - Using Design Thinking and Business Analytics to improve PSS Design. Procedia CIRP 47 (2016): S. 341-346.

[Schi14] B. Schindlholzer: Methode zur Entwicklung von Innovationen durch Design Thinking Coaching. Dissertation, Universität St. Gallen, (2014).

[Schi11] B. Schindlholzer, F. Uebernickel, W. Brenner: A Method for the Management of Service Innovation Projects in Mature Organizations. International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology 2/4 (2011): S. 25-41.

[Schn99] C. Schneeweiß: Produktionssysteme und ihre Planung. In: Schneeweiß, C. (Hrsg.): Einführung in die Produktionswirtschaft, Siebte, neubearbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer Berlin Heidelberg, 1999.

[Schn06] K. Schneider, C. Daun, H. Behrens, D. Wagner: Vorgehensmodelle und Standards zur systematischen Entwicklung von Dienstleistungen. In: Bullinger, H.-J.; Scheer, A.-W.; Schneider, K. (Hrsg.): Service Engineering - Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006.

[Schn03] K. Schneider, D. Wagner, H. Behrens: Vorgehensmodelle zum Service Engineering. In: Bullinger, H.-J.; Scheer, A.-W. (Hrsg.): Service Engineering, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2003.

[Schu12a] G. Schuh, B. Bender: Strategisches Innovationsmanagement. In: Schuh, G. (Hrsg.): Innovationsmanagement, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012.

[Schu12b] G. Schuh, D. Bender: Grundlagen des Innovationsmanagements. In: Schuh, G. (Hrsg.): Innovationsmanagement, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012.

[Schu17] G. Schuh, M. Riesener, J. Kantelberg, N. Steireif: Transmission of software-related agile mechanisms of action towards product development processes for technical products. 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), (2017 - 2017): S. 1753-1757.

[Schu11] G. Schuh, S. Klappert, T. Moll: Ordnungsrahmen Technologiemanagement. In: Schuh, G. (Hrsg.): Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2. 2., vollst. neu bearb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

[Schu20] G. Schuh, M. Riesener, J.-P. Prote, C. Dölle, M. Molitor, S. Schloesser, Y. Liu, J. Tittel: Industrie 4.0: Agile Entwicklung und Produktion im Internet of Production. In: Frenz, W. (Hrsg.): Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2020.

[Schw17] K. Schwaber, J. Sutherland: Der Scrum Guide - Der gültige Leitfaden für Scrum: Die Spielregeln. 2017. <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-German.pdf> -.

[Shos82] G.L. Shostack: How to Design a Service. European Journal of Marketing 16/1 (1982): S. 49-63.

[Simo96] H.A. Simon: The sciences of the artificial. 3. ed. MIT Press, (1996).

[Siva19] P. Sivasothy, J.C. Aurich, D. Bechev, H. Brehm, G. Bulun, C. Glenske, M. Grethler, C.F. Herder, J. Imwalle, A. Keksel, P. Kölsch, R. Mattukat, G. Wessel, B. Sauer, J. Seewig, F. Zeihsel, V. Zimmermann: Anwendungsfall GRIMME. In: Aurich, J. C. et al. (Hrsg.): Entwicklung datenbasierter Produkt-Service Systeme - Ein Ansatz zur Realisierung verfügbarkeitsorientierter Geschäftsmodelle. 1. Auflage 2020. Berlin: Springer Berlin; Springer Vieweg, 2019.

[Smit13] D.J. Smith: Power-by-the-hour: the role of technology in reshaping business strategy at Rolls-Royce. Technology Analysis & Strategic Management 25/8 (2013): S. 987-1007.

[Smit91] P.G. Smith, D.G. Reinertsen: Developing products in half the time. van Nostrand Reinhold, (1991).

[Spat01] D. Spath, L. Demuß: Betreibermodelle für den Maschinen- und Anlagenbau. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 96/1-2 (2001): S. 35-39.

[Star12] R. Stark, P. Müller: HLB-Entwicklungsmethodik - generischer Entwicklungsprozess, Generierung von Anforderungen und Absicherung hybrider Leistungsbündel. In: Meier, H.; Uhlmann, E. (Hrsg.): Integrierte Industrielle Sach- und Dienstleistungen - Vermarktung, Entwicklung und Erbringung hybrider Leistungsbündel. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012.

[Stau99] Staudt E.: Innovationsstrategien. In: Eversheim, W.; Schuh, G. (Hrsg.): Integriertes Management, Berlin: Springer, 1999.

[Stic18] M. Stickdorn, M. Hormess, A. Lawrence, J. Schneider: This is service design doing - Applying service design thinking in the real world; a practitioners` handbook. First edition O'Reilly, (2018).

[Stic15] M. Stickdorn, J. Schneider: This is service design thinking - Basics, tools, cases. 5. print. in paperback BIS Publ, (2015).

[Stoi13] M. Stoica, M. Mircea, B. Ghilic-Micu: Software Development: Agile vs. Traditional. Informatica Economica 17/4/2013 (2013): S. 64-76.

[Strö18] F. Ströer, P. Sivasothy, K.-G. Faißt, H. Apostolov, T. Eickhoff, D. Bechev, G. Bulun, J. Seewig, M. Eigner, B. Sauer: Combined development and test of product-service systems in early product development stages for customized, availability-oriented business models in the capital goods industry. Procedia CIRP 72 (2018): S. 714-719.

[Take86] H. Takeuchi, I. Nonaka: The new new product development game. Harvard Business Review 64/1 (1986): S. 137-146.

[Thor11a] K. Thoring, R.M. Müller: Creating knowledge in design thinking - The relationship of process steps and knowledge types. In: Roozenburg N.F.M; Chen, L.; Stappers, P. J. (Hrsg.): Diversity and unity: Proceedings of the IASDR2011, the 4th world Conference on Design Research, The International Association of Societies of Design Research, 2011.

[Thor11b] K. Thoring, R.M. Müller: Understanding the creative mechanisms of design thinking. Proceedings of the Second Conference on Creativity and Innovation in Design - DESIRE '11, (2011): S. 137.

[Thor11c] K. Thoring, R.M. Müller: Understanding Design Thinking: A Process Model based on Method Engineering. In: Kovacevic, Ahmed, Ion, William, McMahon, Chris, Buck, Lyndon and Hogarth, Peter (Hrsg.): Design education for creativity and business innovation - Proceedings of the 13th International Conference on Engineering and Product Design Education, City University, London, UK, 8th - 9th September 2011. Glasgow: Design Soc, 2011.

[Tomi19] T. Tomiyama, E. Lutters, R. Stark, M. Abramovici: Development capabilities for smart products. CIRP Annals 68/2 (2019): S. 727-750.

[Tukk06] A. Tukker, U. Tischner: Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. Journal of Cleaner Production 14/17 (2006): S. 1552-1556.

[Uebe16] F. Uebernickel, W. Brenner: Design Thinking. In: Hoffmann, C. P. et al. (Hrsg.): Business Innovation: Das St. Galler Modell, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016.

[Uebe15] F. Uebernickel, W. Brenner, B. Pukall, T. Naef, B. Schindlholzer: Design Thinking - Das Handbuch. Erste Auflage Frankfurter Allgemeine Buch, (2015).

[Ulri12] K.T. Ulrich, S.D. Eppinger: Product design and development. 5. ed. McGraw-Hill Irwin, (2012).

[Vahs15] D. Vahs, A. Brem: Innovationsmanagement - Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung. 5., überarbeitete Auflage Schäffer-Poeschel Verlag, (2015).

[Vale15] A. Valencia, R. Mugge, J. Schoormans, H. Schifferstein: The Design of Smart Product-Service Systems (PSSs) - An Exploration of Design Characteristics. International Journal of Design 9/1 (2015): S. 13-28.

[vanH05] C. vanHalen, C. Vezzoli, R. Wimmer: Methodology for product service system innovation - How to develop clean, clever and competitive strategies in companies. (2005).

[Varg08] S.L. Vargo, R.F. Lusch: Service-dominant logic: continuing the evolution. Journal of the Academy of Marketing Science 36/1 (2008): S. 1-10.

[Vasa12] G.V.A. Vasantha, R. Roy, A. Lelah, D. Brissaud: A review of product–service systems design methodologies. Journal of Engineering Design 23/9 (2012): S. 635-659.

[VDI18] VDI: Entwicklung technischer Produkte und Systeme - Modell der Produktentwicklung. VDI-Richtlinien Blatt 1 (2018).

[VDI80] VDI: VDI 2220 - Produktplanung - Ablauf, Begriffe und Organisation. (1980).

[Verw07] B. Verworn, C. Herstatt: Bedeutung und Charakteristika der frühen Phasen des Innovationsprozesses. In: Herstatt, C.; Verworn, B. (Hrsg.): Management der frühen Innovationsphasen - Grundlagen - Methoden - Neue Ansätze. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, 2007.

[Verw00] B. Verworn, C. Herstatt: Modelle des Innovationsprozesses. Hamburg: Techn. Univ., 2000.

[Vess10] J. Vesshoff: Kundenintegration im Innovationsprozess - Eine kompetenztheoretische Analyse am Beispiel der Automobilindustrie. Kovač, (2010).

[Vett12] C. Vetterli, Brenner W., F. Uebernickel, K. Berger: Die Innovationsmethode Design Thinking. In: Lang, M. (Hrsg.): Dynamisches IT-Management - So steigern Sie die Agilität, Flexibilität und Innovationskraft Ihrer IT. 1. Aufl. Düsseldorf: Symposion Publ, 2012.

[Voge14a] B. Vogel-Heuser, U. Lindemann, G. Reinhart: Zyklenmanagement in der Planung und Entwicklung. In: Vogel-Heuser, B.; Lindemann, U.; Reinhart, G. (Hrsg.): Innovationsprozesse zyklenorientiert managen - Verzahnte Entwicklung von Produkt-Service Systemen. Berlin: Springer Vieweg, 2014.

[Voge14b] Vogel-Heuser, B. et al.(Hrsg.): Innovationsprozesse zyklenorientiert managen - Verzahnte Entwicklung von Produkt-Service Systemen. Berlin: Techn. Univ., Springer Vieweg, 2014.

[Wall16] M. Wall: Systematik zur technologie-induzierten Produkt- und Technologieplanung. Dissertation, Universität Paderborn, (2016).

[Walt14] S. Waltemode: Qualitätsbewertung technischer Produkt-Service Systeme. Dissertation, Technische Universität Kaiserslautern, (2014).

[Wies19] S. Wiesner, J.B. Hauge, P. Sonntag, K.-D. Thoben: Applicability of Agile Methods for Dynamic Requirements in Smart PSS Development. In: Ameri, F. et al. (Hrsg.): Advances in Production Management Systems. Production Management for the Factory of the Future, Cham: Springer International Publishing, 2019.

[Wild09] D.J. Wilde: Teamology: The Construction and Organization of Effective Teams. Springer London, (2009).

[Wöhe16] G. Wöhe, U. Döring, G. Brösel: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 26., überarbeitete und aktualisierte Auflage Verlag Franz Vahlen, (2016).

[Wolf15] T. Wolfenstetter, M. Bohm, H. Krcmar, S. Brundl: Why product service systems development is special. International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM), (2015): S. 1221-1228.

## Verzeichnis im Themenbereich betreuter studentischer Arbeiten:


| | |
|---|---|
| D. Dagli | Agile Planung von Produkt-Service Systemen, 2019. |
| C. Loos | Einsatz von Design Thinking in der Planung von Produkt-Service Systemen, 2019. |
| N. Ratnakumar | Maschinelles Lernen für Produkt-Service Systeme und Geschäftsmodelle, 2019. |
| C. Loos | Einsatz von Scrum im Lebenszyklusmanagement von Produkt-Service Systemen, 2018. |
| K. Klauer | Entwicklung eines ganzheitlichen Bewertungskonzepts zur Auswahl von Produkt-Service-System-Ideen am Ende der Planungsphase, 2018. |

# Lebenslauf

**Berufstätigkeit:**

| | |
|---|---|
| 11/2015 bis 12/2021 | Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation, TU Kaiserslautern |
| 09/2013 bis 10/2013 | psb intralogistics GmbH, Praktikum in der Technischen Organisation (Qualitätsmanagement) |
| 09/2012 bis 10/2012 | psb intralogistics GmbH, Praktikum in der Technischen Organisation (Arbeitsvorbereitung) |

**Studium und Schule:**

| | |
|---|---|
| 10/2013 bis 12/2015 | Masterstudium an der TU Kaiserslautern im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, Fachrichtung Maschinenbau<br>Vertiefung: Material- und Produktionswissenschaft<br>Masterzeugnis vom 07.12.2015 |
| 10/2009 bis 08/2013 | Bachelorstudium an der TU Kaiserslautern im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen, Fachrichtung Maschinenbau<br>Bachelorzeugnis vom 06.08.2013 |
| 03/2009 | Allgemeine Hochschulreife, Hugo-Ball-Gymnasium, Pirmasens |

## Produktionstechnische Berichte aus dem FBK

**bereits veröffentlicht wurden**

01/09 Aurich, J.C.: Radio Frequency Identification (RFID) in der Fertigung – Handbuch zur Einführung in neue Anwendungsfelder.
2009, ISBN 978-3-941438-08-8 **€ 30,–**

02/09 Stürenburg, B.: Optimierung der Spanbildung und Minimierung des Späneeintrages in das Werkstück für das Bohren von Al-Legierungen.
2009, ISBN 978-3-941438-13-2 **€ 30,–**

03/09 Eyrisch, T.: Optimierung der Herstellung von Vollhartmetallwerkzeugen – Strategie zur Vermeidung von Oberflächenschädigungen.
2009, ISBN 978-3-941438-12-5 **€ 30,–**

04/09 von Killisch-Horn, G.: Erfahrungsbasierte Implementierung von APS-Systemen in der Einzel- und Kleinserienproduktion.
2009, ISBN-978-3-941438-17-0 **€ 30,–**

05/09 Naab, C.: Auslaufmanagement – Konzept zur Abwicklung des Serienauslaufs in der Produktion.
2009, ISBN-978-3-941438-26-2 **€ 35,–**

06/09 Herzenstiel, P.: Hochleistungsplanschleifen mit einer definiert gesetzten CBN-Schleifscheibe.
2009, ISBN-978-3-941438-28-6 **€ 35,–**

07/09 Aurich, J.C.: Lebenszyklusorientierte Konfiguration von Produkt-Service Systemen – Ein Leitfaden für die Praxis.
2009, ISBN-978-3-941438-27-9 **€ 30,–**

01/10 Aurich, J.C.: Organisationsveranstaltung und Kompetenzaufbau bei der Gestaltung und Realisierung investiver Produkt-Service Systeme – Ein Leitfaden für die Praxis.
2010, ISBN-978-3-941438-37-8 **€ 35,–**

02/10 Aurich, J.C.: Gestaltung investiver Produkt-Service Systeme – Ein Leitfaden für die Praxis.
2010, ISBN-978-3-941438-38-5 **€ 35,–**

03/10 Aurich, J.C.: Realisierung investiver Produkt-Service Systeme – Ein Leitfaden für die Praxis.
2010, ISBN-978-3-941438-39-2 **€ 35,–**

04/10 Franke, V.: Einfluss der Werkzeugschneidkante auf die Bohrungsqualität bei der spanenden Bearbeitung langfaserverstärkter Kunststoffe.
2010, ISBN-978-3-941438-53-8 **€ 35,–**

05/10 Sudermann, H.: Gratbildung beim Schleifen – Experimentelle Analyse und Modellierung der Gratbildung sowie Ansätze zur Gratminimierung.
2010, ISBN-978-3-941438-54-5 **€ 35,–**

06/10 Shahzad, M.A.: Analysis of the Machinability of an Aluminum Matrix Composite Material.
2010, ISBN-978-3-941438-56-9 **€ 35,–**

07/10 Gómez Kempf, F.A.: Flexibilitätsorientierte Produktionssysteme – Modulare Gestaltung, Einführung und Nutzung.
2010, ISBN-978-3-941438-58-3 **€ 35,–**

01/11 Engmann, J.: Galvanisch gebundene Mikroschleifstifte – Entwicklung, Herstellung und Einsatz.
2011, ISBN-978-3-941438-59-0 **€ 35,–**

02/11 Leitz, L.: Beitrag zur Beherrschung der Gratbildung bei Bohrungsverschneidungen.
2011, ISBN-978-3-941438-72-9 **€ 35,–**

03/11 Siener, M.: Sicherung der Qualitätsfähigkeit von Produktionsprozessen.
2011, ISBN-978-3-941438-79-8 **€ 35,–**

04/11 Wolf, N.: Modell zur Unterstützung der Analyse von Ausfallursachen bei komplexen mechatronischen Systemen.
2011, ISBN-978-3-941438-89-7 **€ 35,–**

01/12 Faltin, M.: RFID-Einsatz in fertigungstechnischen Prozessketten – Identifikation und Beurteilung von Einsatzpotentialen.
2012, ISBN-978-3-941438-97-2 **€ 35,–**

01/13 Lauer, C.: Integriertes Modell zur Materialflusssimulation und zur Visualisierung in der Virtuellen Realität.
2013, ISBN 978-3-943995-19-0 **€ 35,–**

02/13 Aurich, J.C.: Qualitätsorientierte Instandhaltungsplanung und -steuerung in produktionstechnischen Prozessketten Handbuch für die Praxis.
2013, ISBN 978-3-943995-21-3 **€ 35,–**

03/13 Kirsch, B.: Wirkmechanismen der Kühlschmierstoff-Zufuhr beim Schleifen – Analyse externer und interner Kühlschmierstoff-Zufuhrmethoden.
2013, ISBN 978-3-943995-25-1 **€ 35,–**

04/13 Schweitzer, E.J.: Prozessorientiertes Dienstleistungsproduktionssystem.
2013, ISBN 978-3-943995-30-2 **€ 35,–**

05/13 Malak, R. C.: Methode zur softwarebasierten Planung technischer Änderungen in der Produktion.
2013, ISBN 978-3-943995-34-3 **€ 35,–**

06/13 Yang, X.: Sound Simulation and Visualization in virtual Manufacturing Systems.
2013, ISBN 978-3-943995-39-8 **€ 35,–**

07/13 Kranz, J.-N.: Konzept zur Vermeidung von Produkt-Piraterie Risiken – Ein Ansatz für die Ersatzteile der Investitionsgüterindustrie –
2013, ISBN 978-3-943995-46-6 **€ 35,–**

01/14 Mannweiler, C.: Konfiguration investiver Produkt-Service Systeme.
2014, ISBN 978-3-943995-61-9 **€ 35,–**

02/14 Aurich J.C. (Hrsg.): Produktivität und Qualität von Serviceprodukten – Ein Leitfaden für die Praxis.
2014, ISBN 978-3-943995-65-7 **€ 35,–**

03/14 Waltemode S.: Qualitätsbewertung technischer Produkt-Service Systeme.
2014, ISBN 978-3-943995-68-8 **€ 35,–**

04/14 Bohr C. L.: Vermeidung struktureigener Produktpiraterie bei Ersatzteilen.
2014, ISBN 978-3-943995-69-5 **€ 35,–**

05/14 Olenburg A.: Tribologisches Prozessverhalten beim Bearbeiten von Feinsteinzeug-Fliesen.
2014, ISBN 978-3-943995-76-3 **€ 35,–**

01/15 Zimmermann M.: Drehen von Aluminium-Matrix-Verbundwerkstoffen - Analyse thermischer und mechanischer Einflüsse auf die Fertigungsgenauigkeit bei der Trockenbearbeitung.
2015, ISBN 978-3-943995-94-7 **€ 35,–**

01/16 Adam M.: Konzept zum Umgang mit scheinbar zufälligen Fehlern an technischen Systemen – eine Systematik.
2016, ISBN 978-3-95974-008-1 **€ 35,–**

02/16 Walk M.: Integriertes Desktopmaschinensystem für die Herstellung und Anwendung ultrakleiner Mikroschleifwerkzeuge.
2016, ISBN 978-3-95974-021-0 **€ 35,–**

03/16 Carrella M.: Zerspanungsmechanismen beim Mikroschleifen von einkristallinem Silizium.
2016, ISBN 978-3-95974-032-6 **€ 35,–**

01/17 Reichenbach I. G.: Beitrag zur Beherrschung der Mikrofräsbearbeitung von Polymethylmethacrylat.
2017, ISBN 978-3-95974-042-5 **€ 35,–**

02/17 Fallenstein F.: Kühlkanalaustrittsbedingungen bei VHM-Wendelbohrern - Analyse der Einflüsse von Kühlkanalaustrittsposition und KSS-Volumenstrom auf die Temperatur im Schneidkeil.
2017, ISBN 978-3-95974-056-2 **€ 35,–**

03/17 Winkes P.: Vorgehensmodell für den systematischen Einsatz der Virtuellen Realität zur Unterstützung des Montageplanungsprozesses.
2017, ISBN 978-3-95974-057-9 **€ 35,–**

04/17 Schneider F.: Analyse der Spanbildung und Oberflächenmorphologie beim Mikrospanen von Titanwerkstoffen
2017, ISBN 978-3-95974-059-3 **€ 35,–**

05/17 Mert G.: Kumulierter Energieaufwand technischer Produkt-Service Systeme
2017, ISBN 978-3-95974-074-6 **€ 35,–**

06/17 Weidig C.: Konzept zum prozessgetriebenen Anforderungsmanagement für die Entwicklung mobiler Fabrikplanungs-Apps
2017, ISBN 978-3-95974-075-3 **€ 35,–**

07/17 Cichos D.: Physikalische Modellierung technischer Änderungen in der Produktion
2017, ISBN 978-3-95974-073-9 **€ 35,–**

01/18 Effgen C.: Schneidkantenpräparation mit elastisch gebundenen Schleifwerkzeugen – Konzeptionierung, Entwicklung und Bewertung am Beispiel von Vollhartmetallfräswerkzeugen
2018, ISBN 978-3-95974-089-0 **€ 35,–**

02/18 Kasakow G.: Entwicklung einer ereignisdiskreten Produktionssteuerung
2018, ISBN 978-3-95974-090-6 **€ 35,–**

03/18 Mayer P.: Verformungsinduzierte Martensitbildung beim kryogenen Drehen von metastabilem austenitischem Stahl
2018, ISBN 978-3-95974-098-2 **€ 35,–**

04/18 Herder C.: Konzept zur impliziten Identifikation und Planung von Technologien für die Produktion
2018, ISBN 978-3-95974-101-9 **€ 35,–**

01/19 Müller C.: Kompakte Luftlagerspindeln für die spanende Mikrobearbeitung auf Desktop-Werkzeugmaschinen
2019, ISBN 978-3-95974-105-7 **€ 35,–**

01/20 Meissner H. M.: Integrierte Arbeitsplanung und Produktionssteuerung cyber-physischer Produktionssysteme
2020, ISBN 978-3-95974-125-5 **€ 35,–**

02/20 Sinnwell C.: Methode zur Produktionssystemkonzipierung auf Basis früher Produktinformationen – Ein Beitrag zur Integration von Produktionssystemplanung und Produktentwicklung unter Einsatz des MBSE
2020, ISBN 978-3-95974-127-9 **€ 35,–**

03/20 Bohley M.: Prozess-Maschine-Interaktion beim Mikrofräsen von cp-Titan
2020, ISBN 978-3-95974-130-9 **€ 35,–**

01/21 Hotz H.: Kryogenes Drehen metastabiler austenitischer Stähle – Analyse der Wirkzusammenhänge zwischen Einstellgrößen, Prozessgrößen und Oberflächenmorphologie
2021, ISBN 978-3-95974-146-0

02/21 Arrabiyeh P. A.: Electroless Plated Micro Pencil Grinding Tools: Conception, Manufacturing, and Application
2021, ISBN 978-3-95974-158-3

03/21 Yi L.: Eco-Design for Additive Manufacturing Using Energy Performance Quantification and Assessment
2021, ISBN 978-3-95974-157-6

01/22 Kölsch P.: Agile Planung von Produkt-Service Systemen durch den Einsatz von Design Thinking
2022, ISBN 978-3-95974-170-5

Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation

ISBN 978-3-95974-170-5
ISSN 0937-9061

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN