

Damun Mollahassani Madjdabadi

**Methodik zur wissensbasierten  
Unterstützung von Innovations-  
prozessen in kollaborativen  
Wertschöpfungsnetzwerken**

**Schriftenreihe**

**Band 01/2024**

---

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Jens C. Göbel

Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung (VPE)

### **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>.

## **Berichte aus der Virtuellen Produktentwicklung (VPE)**

Wissenschaftliche Schriftenreihe des Lehrstuhls für Virtuelle Produktentwicklung der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Jens Christian Göbel  
Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung  
Postfach 3049  
Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau  
67653 Kaiserslautern

Verlag: Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau

Druck: Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau  
Dezernat 5 Technik  
Abteilung 5.6 Foto-Repro-Druck

D-386

© Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung, 2024  
Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau  
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 987-6-5432-1987-6  
ISSN 9876 - 5432

# **Methodik zur wissensbasierten Unterstützung von Innovationsprozessen in kollaborativen Wertschöpfungsnetzwerken**

Vom Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik  
der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau  
zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)**

genehmigte

**Dissertation**

von

Herrn

Dipl.-Ing. Damun Mollahassani Madjdabadi

aus Bad Kreuznach

Tag der mündlichen Prüfung: 04. Dezember 2024

Promotionskommission:

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Roman Teutsch

1. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Jens Christian Göbel

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Christoph Grimm

Kaiserslautern, 2024

D 386



## Kurzfassung

Klassische domänenspezifische Produkte wandeln sich zunehmend zu komplexen und interdisziplinären Smarten Produkten, die eine erweiterte Funktionalität bzw. einen erhöhten Fokus auf Servitisierung aufweisen. Diese Entwicklung hin zu Systemlösungen, bei denen Dienstleistungen und digitale Services integraler Bestandteil der Wertschöpfung sind, erfordern eine tiefgreifende Transformation von Entwicklungsprozessen. Gleichzeitig erhöhen sie die Komplexität signifikant und erfordern interdisziplinäre Entwicklungsansätze sowie verstärkte Kollaboration über Disziplingrenzen hinweg, um die Komplexität zu beherrschen und die Marktreife des Produkts zu gewährleisten. Die Entwicklung Smarter Produkte erfolgt häufig in dynamisch agierenden Wertschöpfungsnetzwerken, die durch hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit charakterisiert sind. Sie ermöglichen eine effiziente und beschleunigte Umsetzung der Entwicklungsziele, da sie Integration und Zusammenarbeit innerhalb einer heterogenen Stakeholder-Umgebung fördern. In diesen Netzwerken müssen die Akteure schnell auf externe Einflüsse reagieren bzw. neue technologische Entwicklungen und Partner integrieren, um in einer volatilen Marktumgebung bestehen zu können und gleichzeitig resilient sein. Der Erfolg solcher Netzwerke hängt maßgeblich von der Fähigkeit der Unternehmen ab, Wissen effizient zu teilen und zu verwalten. Ein fundierter, frühzeitiger Wissensaustausch zwischen den Akteuren ermöglicht es, kritische Entwicklungsparameter wie Kosten, Zeit und Qualität bereits in frühen Innovationsphasen zu beeinflussen und spätere Anpassungen zu minimieren. Ein weiterer zentraler Aspekt für die erfolgreiche Entwicklung smarter Produkte ist die Strukturierung und Ermöglichung des Wissensaustauschs innerhalb dieser Wertschöpfungsnetzwerke. Hierbei spielen Ontologien eine zentrale Rolle, da sie eine gemeinsame Wissensbasis schafft, die den Austausch von Informationen über Disziplingrenzen hinweg erleichtert.

Die wissenschaftliche Neuheit und vor allem Abgrenzung zu bestehenden Lösungen innerhalb der Methodik, die in dieser Arbeit entwickelt wurde, zielt darauf ab:

- die Innovationsentwicklung smarter Produkte entlang eines Wertschöpfungsnetzwerkes in einem ganzheitlichen Ansatz von Methode, Prozess und Tool zu unterstützen.
- den gesteigerten Kollaborationsaufwand durch eine strukturierte und Ontologie-basierte Wissensvernetzung aufzufangen, die den Wissensaustausch innerhalb des Netzwerkes effizienter gestaltet.
- eine mehrstufige dynamische und statische Wissensvernetzung, für die Förderung und Bereitstellung der benötigten Wissenskollaboration und -generation zu erstellen.

Dies ermöglicht es, die hohen Anforderungen an die Komplexitätsbeherrschung zu bewältigen und gleichzeitig eine innovative und wettbewerbsfähige Innovationsentwicklung zu gewährleisten. Diese Wissensvernetzung innerhalb der Wissensbasis und in Kombination mit der Innovationsentwicklungsmethodik fördern und ermöglichen den erhöhten Aufwand der

Kollaboration, sodass es zu einer erfolgreichen Innovationsentwicklung kommen kann. Die Instanziierung dieses Ansatzes erfolgt anhand der etablierten Innovation „Wireless Charging“ im Automobilbereich, welche exemplarisch die Anwendung der entwickelten Methodik verdeutlicht.

## **Abstract**

Classical domain-specific products are increasingly transforming into complex and interdisciplinary smart products that exhibit extended functionality or an increased focus on servitization. This shift towards system solutions, where services and digital offerings become an integral part of value creation, requires a profound transformation of development processes. Simultaneously, it significantly increases complexity, necessitating interdisciplinary development approaches and enhanced collaboration across disciplinary boundaries to manage this complexity and ensure the product's market readiness. The development of smart products often occurs within dynamically operating value creation networks characterized by high flexibility and adaptability. These networks enable the efficient and accelerated realization of development goals by fostering integration and collaboration within a heterogeneous stakeholder environment. In such networks, participants must quickly respond to external influences or integrate new technological developments and partners to remain competitive in a volatile market environment and be resilient at the same time. The success of these networks largely depends on companies' ability to share and manage knowledge efficiently. A solid, early exchange of knowledge between participants allows critical development parameters such as cost, time, and quality to be influenced early in the innovation phase, minimizing later adjustments. Another key aspect of successfully developing smart products is structuring and enabling knowledge exchange within these value creation networks. Ontology plays a central role here, as it creates a common knowledge base that facilitates the exchange of information across disciplinary boundaries.

The scientific novelty and, above all, differentiation from existing solutions within the methodology developed in this work is aimed at

- support the innovation development of smart products along a value network in a holistic approach of method, process and tool.
- to absorb the increased collaboration effort through a structured and ontology-based knowledge network that makes the exchange of knowledge within the network more efficient.
- to create a multi-level dynamic and static knowledge network for the promotion and provision of the required knowledge collaboration and generation.

This makes it possible to cope with the high demands of complexity management and at the same time ensure innovative and competitive innovation development. This knowledge networking within the knowledge base and in combination with the innovation development methodology

promotes and enables the increased effort of collaboration so that successful innovation development can occur. The instantiation of this approach is based on the established innovation "wireless charging" in the automotive sector, which exemplifies the application of the developed methodology.



***„Durch Wissen kommt der Mensch zur Menschlichkeit“***

*Hafis (1325-1390)*



## **Danksagung**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung (VPE) der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität (RPTU) Kaiserslautern-Landau. Ich möchte hiermit allen Personen und insbesondere den Kollegen am VPE danken, die mich während meiner Arbeit unterstützt, begleitet und gefördert haben.

Bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. Jens Christian Göbel, dem Leiter des Lehrstuhls für Virtuelle Produktentwicklung, möchte ich mich von Herzen für die zahlreichen Diskussionen und wegweisenden Gedankenimpulse bedanken. Gleichzeitig danke ich ihm dafür, dass er mir ermöglicht hat, mich sowohl persönlich als auch wissenschaftlich so frei und professionell zu entwickeln.

Herrn Prof. Christoph Grimm, Leiter des Lehrstuhls Cyber-Physikalische Systeme der RPTU, danke ich für die Übernahme des Koreferats und das Interesse an meiner Arbeit sowie die damit verbundenen konstruktiven Diskussionen und gemeinsamen Vorträge bei der Object Management Group (OMG).

Besonderer Dank gilt auch Nathalie Hippchen als Wissenschaftliche Hilfskraft sowie Martin Becker und Yannick Juresa als Wissenschaftliche Mitarbeiter, die mich bei der Umsetzung und in zahlreichen Diskussionen unterstützt haben. Besonders bei Martin möchte ich mich für seine Geduld, seine kollegiale und vor allem freundschaftliche Unterstützung bedanken.

Gleichzeitig möchte ich mich bei meinem Bruder Danial Mollahassani Madjdabadi und meinem Freund Marc Eriksson bedanken, der mich seit dem ersten Tag im Studium begleitet und mich immer zu höheren und weiteren Zielen angetrieben hat.

Des Weiteren gilt mein Dank meiner Partnerin Julia Laudemann für die Motivation und den enormen Verzicht auf gemeinsame Zeit, sodass ich meine Arbeit in Ruhe und schnellstmöglich umsetzen konnte.

Der größte Dank gilt jedoch meinen Eltern, Mohammad Mollahassani Madjdabadi und Shahrbanu Arghiani. Sie haben mich in jeder Situation unterstützt und mir immer gelehrt, dass nichts im Leben unmöglich ist und jedes Ziel erreicht werden kann. Sie opferten ihre Jugend und Zukunftsträume, um meinem Bruder und mir ein freies Leben zu ermöglichen. Ihnen ist dieses Buch gewidmet.



## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| 1. Einleitung .....   | 1  |
| 1.1. Ausgangssituation und Problemstellung .....                                    | 1  |
| 1.2. Zielsetzung.....   | 5  |
| 1.3. Vorgehensweise .....   | 6  |
| 2. Grundlagen.....  | 10 |
| 2.1. Smarte Produkte.....   | 10 |
| 2.1.1. Herausforderungen bei der Entwicklung von Smarten Produkten .....            | 12 |
| 2.2. Kollaboration.....   | 13 |
| 2.2.1. Kollaboration innerhalb der Entwicklung und Abgrenzung zur Kooperation.....  | 13 |
| 2.2.2. Kollaboration während frühen Entwicklungsphasen .....                        | 17 |
| 2.3. Wertschöpfung innerhalb der Entwicklung.....                                   | 18 |
| 2.3.1. Transformation der Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzwerken..... | 19 |
| 2.3.2. Ausprägungen von Wertschöpfungsnetzwerken .....                              | 22 |
| 2.3.3. Wertschöpfungsnetzwerke im Bereich smarterer Produkte .....                  | 23 |
| 2.4. Generierung und Nutzen von Wissen .....  | 24 |
| 2.4.1. Abgrenzung zwischen Daten, Informationen und Wissen .....                    | 25 |
| 2.4.2. Wissensbasen und die Vernetzung von Wissen im kollaborativen Kontext.....    | 27 |
| 2.5. Ontologie- und Thesauribasierte Wissensvernetzung.....                         | 29 |
| 2.5.1. Ontologien .....   | 29 |
| 2.5.2. Thesaurus .....  | 31 |
| 2.6. Entwicklungsphasen und ihre Einflüsse.....                                     | 32 |
| 2.6.1. Roadmapping für die nachfolgende Produktentwicklung.....                     | 32 |
| 2.6.2. Invention innerhalb der Entwicklungsphase .....                              | 33 |
| 2.6.3. Innovation innerhalb der Entwicklungsphase.....                              | 34 |
| 2.6.4. Entwicklungsphase innerhalb der Produktentwicklung.....                      | 34 |
| 3. Stand der Technik.....   | 37 |
| 3.1. Ansätze für kollaborative Innovationsprozesse .....                            | 37 |
| 3.1.1. 4-Zyklen-Modell nach Gausemeier .....  | 37 |
| 3.1.2. Roadmapping im Innovationsmanagement nach Amati .....                        | 39 |

|  |    |
|--|----|
| 3.1.3. Open Innovation nach Chesbrough .....                               | 40 |
| 3.1.4. Arena2036.....  | 42 |
| 3.1.5. Ansatz nach Bergman für Open Innovation Prozesse .....              | 43 |
| 3.1.6. Value Network Design for Innovations nach Kage .....                | 44 |
| 3.1.7. Sechs-Ebenen-Kollaborationsmodell nach Leinmeister .....            | 46 |
| 3.1.8. Ansatz nach Kolfshoten und de Vreede.....                           | 47 |
| 3.1.9. Stage-Gate nach Cooper .....  | 50 |
| 3.1.10. Innovationsprozess nach Herstatt .....                             | 51 |
| 3.2. Ansätze zur Vernetzung von Produkt-bezogenem Wissen.....              | 52 |
| 3.2.1. Smart Produkt Ontologie nach Jiang.....                             | 52 |
| 3.2.2. Ontologie für Smart Product-Service Systems nach Maleki .....       | 53 |
| 3.2.3. GENIAL!-Ontologie nach Wawrzik.....                                 | 54 |
| 3.2.4. Smart Home Ontologie nach Berat.....                                | 55 |
| 3.2.5. Ontologie für Produkt-Service Systeme nach Pagoropoulos .....       | 55 |
| 3.2.6. Produkt-Service System Ontologie nach Correia .....                 | 56 |
| 3.3. Ansätze zur Wissensverwaltung und -generierung .....                  | 57 |
| 3.3.1. Wissensbasis Ansatz nach Todrovic.....                              | 58 |
| 3.3.2. Verwaltung von Kunden- und Projektwissen nach Blessing (SAP).....   | 59 |
| 3.3.3. Strategisches Kompetenz-Management nach Amelingmeyer .....          | 60 |
| 3.3.4. Building Knowledge Creating Value Networks nach Büchel.....         | 61 |
| 3.3.5. Wissensmanagementprozess nach Karadsheh.....                        | 62 |
| 3.3.6. Wissensgenerierung nach dem SECI-Modell .....                       | 63 |
| 3.3.7. Modell zur Kollaborativen Wissensgenerierung.....                   | 65 |
| 3.3.8. Wissensmanagement nach der VDI 5610 .....                           | 66 |
| 3.3.9. Knowledge Based Engineering .....                                   | 68 |
| 3.3.10. Innovationswissensbasen nach Plum und Hassinik.....                | 68 |
| 4. Anforderungsermittlung an die zu entwickelnde Innovationsmethodik ..... | 72 |
| 4.1. Allgemeine Anforderungen an die Methodik.....                         | 73 |
| 4.2. Spezifische Anforderungen an die Methodik.....                        | 73 |
| 4.2.1. Prozess-bezogene Anforderungen .....                                | 74 |

|  |     |
|--|-----|
| 4.2.2. Methoden-bezogene Anforderungen .....   | 75  |
| 4.2.3. IT-Tool-bezogene Anforderungen.....   | 76  |
| 4.3. Reflektion der Anforderungen gegenüber dem Stand der Technik.....                       | 78  |
| 5. Methodik zur wissensbasierten Kollaborationsförderung in der Innovationsentwicklung ..... | 82  |
| 5.1. Vorgehen zur Entwicklung der Methodik.....  | 82  |
| 5.2. Innovationsmodell.....  | 84  |
| 5.3. Innovationsprozess.....   | 86  |
| 5.4. Innovationsmethode .....  | 89  |
| 5.5. Wissensmanagement und -vernetzung .....   | 102 |
| 6. Instanziierung und Validierung der Methodik.....  | 123 |
| 7. Verifikation.....   | 148 |
| 8. Zusammenfassung und Ausblick.....   | 152 |
| 9. Literaturverzeichnis.....   | 156 |
| Liste der betreuten studentischen Arbeiten mit Bezug zur Dissertation .....                  | 174 |
| Eigene Veröffentlichungen.....   | 176 |
| Lebenslauf.....  | 177 |

## Abbildungsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abbildung 1-1 Initialer Entwurf einer möglichen Ausführung eines Wertschöpfungsnetzwerkes. | 3  |
| Abbildung 1-2 Design-Research-Methode nach Blessing und Chakrabati [BlCh2009]              | 7  |
| Abbildung 1-3 Gesamtübersicht der Arbeit   | 8  |
| Abbildung 2-1 Evolution traditioneller Produkte zu Smarten Produkten [Abra2019]            | 11 |
| Abbildung 2-2 Technologie Stapel nach Porter und Heppelmann [PoHe2014]                     | 13 |
| Abbildung 2-3 Die vier K's der Kollaboration nach [Leim2014]                               | 15 |
| Abbildung 2-4 Der mögliche Umfang einer Kollaboration nach [Barr2004]                      | 16 |
| Abbildung 2-5 Generische Wertschöpfungskette nach [Port1998]                               | 19 |
| Abbildung 2-6 Die Wissenstreppe nach [Nort2011]  | 25 |
| Abbildung 2-7 Das Daten-Informations- und Wissensmodell nach [AaNy1995]                    | 26 |
| Abbildung 2-8 Potenzieller Umfang von Innovationswissen                                    | 27 |
| Abbildung 2-9 Ontologie-Schema und -Fakten in Anlehnung an [Hopp2020]                      | 30 |
| Abbildung 2-10 Klassifizierung von Ontologien nach ihres Abhängigkeitsgrades [JaKR2017]    | 31 |
| Abbildung 2-11 V-Modell 2206:2021-11 [VDI-2021]  | 35 |
| Abbildung 2-12 Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung- (MVPE) Modell [EiRZ2014]       | 36 |
| Abbildung 3-1 Das 4-Zyklen-Modell nach Gausemeier [GaOA2016]                               | 38 |
| Abbildung 3-2 Technologie-Roadmap am Fallbeispiel eines Motorradreifen [AmMV2020]          | 39 |
| Abbildung 3-3 Open-Innovation Ansatz in Anlehnung an [Ches2003]                            | 41 |
| Abbildung 3-4 Übergeordneter Entwicklungsprozess in ARENA2036 [GrNO2022]                   | 42 |
| Abbildung 3-5 Prozess für die Partnerauswahl nach [KaDG2016]                               | 45 |
| Abbildung 3-6 Das Sechs-Ebenen-Kollaborationsmodell nach Leinmeister [Leim2014]            | 46 |
| Abbildung 3-7 Kollaborations-Prozess-Design-Ansatz interpretiert durch [Leim2014]          | 48 |
| Abbildung 3-8 Stage-Gate-Prozess nach [CoKl1990], [VeHe2000]                               | 50 |
| Abbildung 3-9 Innovationsprozess nach Herstatt in Anlehnung an [HeVe2007]                  | 51 |
| Abbildung 3-10 Wissensmanagementansatz nach Todorovic [ToPM2015]                           | 58 |
| Abbildung 3-11 SECI-Modell zur Wissensgenerierung nach [NoTo2003]                          | 64 |
| Abbildung 3-12 Modell zur Kollaborativen Wissensgenerierung nach [DuVB2009]                | 66 |
| Abbildung 3-13 Wissensmanagement-Prozess nach VDI 5610 [VDI-2009]                          | 67 |
| Abbildung 3-14 Vergleich der Wissensbasen in Anlehnung an [PlHa2011]                       | 69 |
| Abbildung 4-1 Prozess, Methoden, Tools und Umgebung nach [Este2008], [Mart1997]            | 72 |
| Abbildung 4-2 Bewertung aller untersuchten Ansätze gegenüber den Anforderungen             | 79 |
| Abbildung 5-1 Vorgehen für die Entwicklung der Innovationsmethodik (KIRV)                  | 83 |
| Abbildung 5-2 Kaiserslauterer Innovation Roadmap V-Modell (KIRV) [MoFG2021]                | 85 |
| Abbildung 5-3 KIRV-Innovationsprozess  | 87 |
| Abbildung 5-4 Rollen innerhalb der KIRV-Methode  | 90 |
| Abbildung 5-5 Technologie- und Ideensammlung   | 92 |

|                |   |     |
|----------------|---|-----|
| Abbildung 5-6  | Potenzielle Kriterien zur Auswahl der Stakeholder .....                   | 93  |
| Abbildung 5-7  | Technologie- & Ideenbewertung.....  | 94  |
| Abbildung 5-8  | Stakeholderauswahl auf Basis der Verlinkung hin zu Anforderungen .....    | 95  |
| Abbildung 5-9  | Lösung- und Kollaborationsmodelle.....                                    | 96  |
| Abbildung 5-10 | Initiale Definition der Modelle und Funktionen .....                      | 96  |
| Abbildung 5-11 | Entwicklung von Geschäftsmodellen .....                                   | 97  |
| Abbildung 5-12 | Einfluss auf die Geschäftsmodelle und Übergang hin zu Use Cases .....     | 98  |
| Abbildung 5-13 | Definition und Validierung der Systemarchitektur .....                    | 98  |
| Abbildung 5-14 | Entwicklung Systemarchitektur im KIRV-Kontext.....                        | 99  |
| Abbildung 5-15 | Konzeptentwicklung KIRV-Methode.....                                      | 100 |
| Abbildung 5-16 | Kaiserslauterer Innovation Roadmap V-Modell Methodik .....                | 101 |
| Abbildung 5-17 | Prozess zur Erstellung des Explorationsraumes [MoEJ2023] .....            | 103 |
| Abbildung 5-18 | Übersicht der eigenen Gruppen in der Wissensbasis .....                   | 104 |
| Abbildung 5-19 | Tag-Generierung innerhalb der Wissensbasis .....                          | 106 |
| Abbildung 5-20 | Übersicht der aktuell verfügbaren Tags .....                              | 106 |
| Abbildung 5-21 | Mögliche Tag-Hierarchie .....   | 107 |
| Abbildung 5-22 | Ontologie-basierte Wissensvernetzung innerhalb der Wissensbasisgruppen .. | 108 |
| Abbildung 5-23 | Dynamische Vernetzung der Ontologien in der Wissensbasis .....            | 110 |
| Abbildung 5-24 | Entwurf einer Ontologie innerhalb der Wissensbasis .....                  | 111 |
| Abbildung 5-25 | Zusammenhang smartes Produkt zu seinen Komponenten und Service.....       | 112 |
| Abbildung 5-26 | Service-Ontologie nach [W3C2004b] .....                                   | 114 |
| Abbildung 5-27 | Auswahl der importierten Klassen aus der GENIAL! Basic Ontologie .....    | 114 |
| Abbildung 5-28 | Entität, Kontinuant und Element bis zur Komponentenebene .....            | 115 |
| Abbildung 5-29 | Funktionen innerhalb der Smarte Produkte Ontologie .....                  | 116 |
| Abbildung 5-30 | Qualität innerhalb der Smarte Produkte Ontologie.....                     | 117 |
| Abbildung 5-31 | Kontext innerhalb der Smarte Produkte Ontologie.....                      | 117 |
| Abbildung 5-32 | Gesamtübersicht Smart Produkt Ontologie.....                              | 119 |
| Abbildung 5-33 | Wissenssuche auf Basis von Tags.....                                      | 120 |
| Abbildung 5-34 | Gruppenprofil innerhalb der Wissensbasis .....                            | 121 |
| Abbildung 6-1  | Verbauter Wireless Charger in einem Auto [Audi].....                      | 124 |
| Abbildung 6-2  | Initialer Pitch der Innovation.....                                       | 125 |
| Abbildung 6-3  | Initiale Anforderungen an die Wireless Charger Innovation.....            | 125 |
| Abbildung 6-4  | Use-Case Diagramm Wireless Charger und dazugehöriger Ablauf .....         | 126 |
| Abbildung 6-5  | Initiale Systemkontext der Innovation Wireless Charger .....              | 127 |
| Abbildung 6-6  | Initiale Gruppen innerhalb der Wissensbasis .....                         | 128 |
| Abbildung 6-7  | Auswahl der definierten Stakeholder Kriterien .....                       | 129 |
| Abbildung 6-8  | Mögliches Ablaufdiagramm der Energieübertragung.....                      | 130 |
| Abbildung 6-9  | Anforderungsdefinition Wireless Charger .....                             | 131 |

|  |     |
|--|-----|
| Abbildung 6-10 Übersicht der Gruppen in der Wissensbasis .....                             | 133 |
| Abbildung 6-11 Wissensmodelle innerhalb der Wissensgruppen .....                           | 134 |
| Abbildung 6-12 Auszug aus den verfügbaren Tags der Wissensbasis .....                      | 134 |
| Abbildung 6-13 Erweiterung der Tags per Autotag-Funktion .....                             | 136 |
| Abbildung 6-14 Hierarchie des Tags Temperatursensor .....                                  | 137 |
| Abbildung 6-15 Ergänzung der physischen Komponenten des Wireless Chargers .....            | 137 |
| Abbildung 6-16 Erweiterungen hinsichtlich Kontexts und Service des Wireless Chargers ..... | 138 |
| Abbildung 6-17 Tag-Erweiterung nach Ontologieanwendung auf die Wissensbasis .....          | 138 |
| Abbildung 6-18 Interne Ontologie Tags und dazugehörige Modelle.....                        | 139 |
| Abbildung 6-19 Interne Vernetzung der Modelle innerhalb der Subsystemgruppe.....           | 140 |
| Abbildung 6-20 Kollaborations- und Tagsuchfunktion.....                                    | 141 |
| Abbildung 6-21 Gemeinsame Funktionsdefinition bzgl. Temperatursensor.....                  | 142 |
| Abbildung 6-22 Entwicklungs-Use-Case Mikroprozessor.....                                   | 143 |
| Abbildung 6-23 Auszug Systemarchitektur der Sensoren.....                                  | 144 |
| Abbildung 6-24 Gesamtansicht abstrahierte Systemarchitektur .....                          | 145 |
| Abbildung 6-25 Ausschnitt initiale Produkthanforderungen an den Wireless Charger .....     | 146 |
| Abbildung 6-26 Übersicht SysML-Gesamtmodell Wireless Charger .....                         | 147 |
| Abbildung 7-1 Verifikation der Prozessanforderungen.....                                   | 148 |
| Abbildung 7-2 Verifikation der Anforderungen an die Methode .....                          | 149 |
| Abbildung 7-3 Verifikation der Tooling-Anforderungen.....                                  | 150 |

## Abkürzungsverzeichnis

|          |  |
|----------|--|
| BPMN     | Business Process Model and Notation  |
| DRM      | Design Research Method   |
| GBO      | GENIAL! Basic Ontologie  |
| ICP4Life | Integrated Collaborative Platform for Managing the Product-Service Engineering Lifecycle |
| iMiner   | Innovation Miner   |
| IP       | Intellectual Property  |
| JSON     | JavaScript Object Notation   |
| KIRV     | Kaiserslauterer Innovation Roadmap V-Modell  |
| MVPE     | Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung  |
| OEM      | Original Equipment Manufacturer  |
| OWL      | Web Ontology Language  |
| PMTU     | Prozesse, Methoden, Tools und Umgebung   |
| RFLP     | Requirements-Functions-Logical-Architecture-Physical Elements                            |
| SPO      | Smart Produkt Ontologie  |
| SSN      | Semantic Sensor Network  |
| STEP     | Standard for the Exchange of Product model data  |
| W3C      | World Wide Web Consortium  |
| WLC      | Wireless Charger   |
| XML      | Extensible Markup Language   |
| PSS      | Produkt-Service Systeme  |



## 1. Einleitung

### 1.1. Ausgangssituation und Problemstellung

Die derzeitige Entwicklung von industriellen Produkten unterliegt gegenwärtig einem Paradigmenwechsel von traditionellen bzw. mechanischen oder mechatronischen Prinzipien basierenden Lösungsansätzen hin zu intelligenten, vernetzten Produkten, den sogenannten Smarten Produkten [Abra2014], [Abra2019]. Diese neuartigen Produkte zeichnen sich durch die Integration diverser ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen aus bzw. ihrem interdisziplinären Aufbau. Die Grundlage für diese neuen innovativen Produkte bietet die Realisierung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in Kombination mit ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen. Hierdurch eröffnen sich Möglichkeiten zur Realisierung eines fundamental veränderten, kundenorientierten Produkterlebnisses.

Produkte transformieren sich dadurch in ihrem Aufbau und besitzen eine Vielzahl an Komponenten aus den Bereichen Elektrik/Elektronik und vor allem Software, welche als treibende Kräfte fungieren [AbSt2013]. Durch diesen Paradigmenwechsel innerhalb der Produkte und ihrem Aufbau, erfordert es gleichermaßen eine Anpassung der dazugehörigen Entwicklungsprozesse und -methodiken, um den erhöhten Komplexitätsgrad sowie die interdisziplinären Anforderungen derartiger Systeme adäquat adressieren zu können. Bestehende und etablierte Entwicklungsmethoden unterstützen die Entstehung dieser interdisziplinären und komplexen Produkte nur unzureichend. Die zunehmende Komplexität und der interdisziplinäre Charakter moderner Produkte und den dazugehörigen Produktentwicklungsprozessen erfordern die frühzeitige und systematische Einbindung diverser Stakeholder-Gruppen mit komplementären Fachkompetenzen [AnNP2017]. Dabei können unter anderem neue oder bereits etablierte Stakeholdergruppen in bestehende Entwicklungsinfrastrukturen integriert werden. Neue Stakeholdergruppen können unter anderem aus dem Dienstleistungssektor kommen, wie z.B. ein Software-Plattformanbieter, oder aus dem Forschungsbereich sein, wie z.B. ein Forschungsinstitut. Parallel dazu unterliegt der globale Markt einem fundamentalen Wandel, der sich unter anderem in der Transformation ehemaliger Schwellenländer zu aktiven Teilnehmern der internationalen Wirtschaftsgemeinschaft manifestiert. Dieser Wandel innerhalb der Produktentwicklung impliziert nicht nur eine deutliche Intensivierung und gleichzeitige Steigerung des Wettbewerbs, sondern auch einen signifikanten Anstieg der Anzahl potenzieller Kollaborationspartner und den damit verbundenen Konkurrenten, mit denen eine Zusammenarbeit erforderlich oder möglich ist [JoBS2018], [MaNP2017].

Ein exemplarisches Szenario für derartige Innovationsentwicklungen wird durch den "Wireless Charger" (WLC) repräsentiert, welcher im weiteren Verlauf dieser Arbeit als

Instanziierungsgrundlage dienen wird. Für die erfolgreiche Realisierung dieser Innovation war die Etablierung einer Vielzahl neuartiger und bisher unbekannter wissens-getriebenen Kollaborationen erforderlich. Diese umfassten unter anderem die Zusammenarbeit zwischen Akteuren aus der Halbleiterindustrie, der Metallverarbeitung und der Umweltberatung.

Der Bedarf an derartigen innovativen Kollaborationsaktivitäten beschränkt sich jedoch keineswegs auf den spezifischen Anwendungsfall des WLC, sondern kann als Grundlage für zukünftige Innovationsprozesse betrachtet werden. Wie von [Ches2010] beschrieben, erfordert die steigende Komplexität und Interdisziplinarität von Innovationen die systematische Einbindung externer Wissensquellen und Kompetenzen im Rahmen von Open-Innovation-Ansätzen.

Ergänzend dazu besteht laut [EnGC2009] die Notwendigkeit effektiver Mechanismen innerhalb des Wissenstransfers bei der interorganisationalen Kollaboration, sodass das volle Potenzial kollaborativer Innovationsprozesse ausgeschöpft werden kann. Diese Erkenntnisse festigen und betonen die Relevanz eines strategischen Stakeholder-Managements, das die Identifikation, Integration und Orchestrierung diverser Kollaborationspartner über traditionelle Branchengrenzen hinweg ermöglicht.

Gegenwärtige Innovationsentwicklungen sind überwiegend von monolithischer Natur und entstammen einem einzelnen Unternehmen, was impliziert, dass sämtliche Phasen von der Invention bis hin zur Produktentwicklung unternehmensintern durchlaufen werden [AmMV2020]. Die Integration externer Stakeholder und vor allem deren Fachsicht erfolgt nur vereinzelt. Folglich ist der Entwicklungsprozess stets in den internen Kosmos und die unternehmensspezifische Entwicklungs- und Wissensumgebung eingebettet. Diese Einschränkung kristallisieren sich insbesondere in der Innovationsphase sowie generell in der Entwicklungs- und Wissensumgebung heraus. Die Integration externer Stakeholder basiert dabei vorwiegend auf bereits abgeschlossenen Entwicklungen oder Erfahrungen [KaLM2016].

Um das volle Potenzial von Innovationsentwicklungen auszuschöpfen, bedarf es eines intensiven Austauschs und der systematischen Einbindung externer Stakeholder. Dieser Ansatz eröffnet die Möglichkeit fremdes Wissen zu integrieren und für die Entwicklung neuartiger Lösungen zu nutzen [Ches2010].

Das Entwickeln mit einer hohen Anzahl an involvierten Stakeholdern erfordert die Transformation von Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzwerken. Die Größe solcher Wertschöpfungsnetzwerke ist jedoch variabel und richtet sich nach der Komplexität der Innovation und befindet sich meist in der Größenordnung von 5-50 Partnern [Alle2000], [Port1991]. Wertschöpfungsnetzwerke erlauben die simultane unternehmensübergreifende Entwicklung von unterschiedlichen Komponenten und das Agieren von einzelnen Stakeholdern in mehreren Wertschöpfungsketten. In der folgenden Abbildung 1-1 ist ein möglicher Aufbau

eines solchen Wertschöpfungsnetzwerkes zu sehen. Dabei ist hervorzuheben, dass ein einzelner Partner bei der Innovationsentwicklung innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes unterschiedliche Rollen innerhalb der einzelnen Wertschöpfungsketten einnehmen kann und gleichzeitig alle Rollen in Relation zueinander stehen [VDMA2019]. Durch das Agieren in unterschiedlichen Rollen ist es sehr wichtig, dass z.B. vorab Verantwortlichkeiten festgelegt werden, da sonst die Effektivität darunter leiden kann.

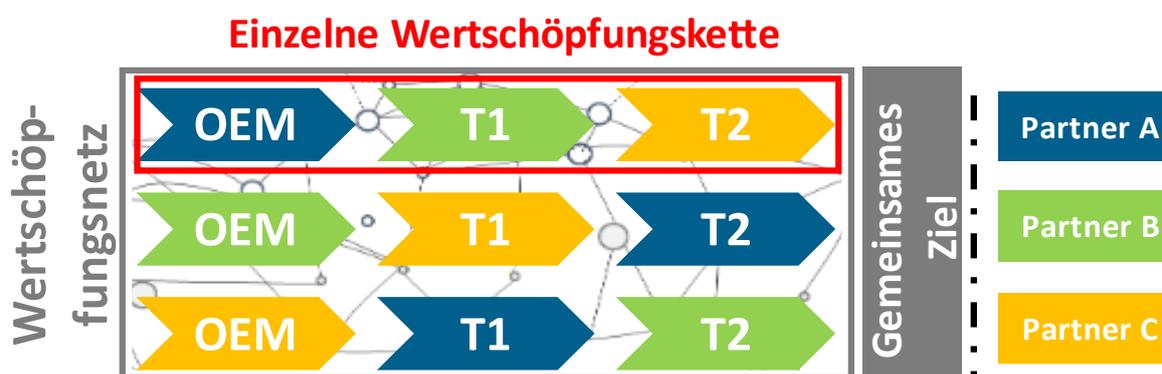


Abbildung 1-1 Initialer Entwurf einer möglichen Ausführung eines Wertschöpfungsnetzwerkes

Bei der Betrachtung der benötigten Kollaboration und des Austauschs zwischen den einzelnen Beteiligten in diesem Kontext wird deutlich, dass ein erhöhter Umfang übergreifender Kollaborationsaktivitäten erforderlich ist. Gleichzeitig bedarf es einer gezielten Förderung dieser Aktivitäten. Kollaboration ermöglicht den Wissensaustausch zwischen unterschiedlichen Stakeholdern [Barr2004] [Acat2017]. In heutigen unterschiedlichen Entwicklungsprozessen besteht noch immer ein hohes Defizit an unternehmensübergreifenden und zielgerichteten Kollaborationen [BeDi2004], [GeGS2022], [NiSa2007]. Dies liegt unter anderem an unzureichenden Kollaborationswerkzeugen wie Methoden und Tools oder auch an unklaren Verantwortlichkeiten. Gleichzeitig kommt es beim Austausch zu einem minimalistischen Vorgehen, womit meist nicht die gesamte Aufgaben- und Problemstellung reproduziert werden kann.

Dies ist unter anderem der Bereitschaft und vor allem auch der Fähigkeit der Unternehmen geschuldet. Ein einfacher Austausch von Wissen mithilfe einer neutralen unternehmensübergreifenden Plattform oder eine methodische Unterstützung, ist mehrheitlich nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen möglich. Gründe hierfür sind unter anderem die bestehenden und genutzten Methodiken bzw. deren Prozesse, Methoden und Tools. Eine Analyse der Innovationsentwicklung des WLC zeigt, dass kein einheitlicher und unternehmensübergreifender Ansatz genutzt wird. Durch das vermehrte Nutzen von heterogenen Ansätzen kommt es nur unter erschwerten Bedingungen zu einer sich später harmonisierenden und homogenen Lösungsfindung.

Die beschriebenen Defizite wirken sich negativ auf die klassischen Bewertungsparameter einer Innovationsentwicklung hinsichtlich Zeit, Kosten und Qualität aus und beeinflussen maßgeblich den weiteren Verlauf der Innovationsentwicklung sowie die Überführung in die Produktentwicklung. Sich unterscheidende Prozesse führen zu heterogenen Abläufen und einem Mangel an einheitlichen Innovationsphasen. Ein gemeinsamer Innovationsprozess hingegen ermöglicht die Steigerung der Agilität, der Transparenz und gleichzeitig der Diversität der Perspektiven.

Bei der Analyse des Einsatzes unterschiedlicher Methoden zeigte sich, dass zu verschiedenen Entwicklungszeitpunkten Ergebnisse in variierender Granularität vorliegen und dadurch die klassischen Bewertungsparameter leiden. Zudem wurde die Kollaboration und der Wissensaustausch durch die Verwendung unterschiedlicher Ansätze beeinträchtigt, da kein gemeinsames Verständnis sowie keine klar definierten Schritte und Zuständigkeiten vorhanden waren. Durch die Implementierung einer einheitlichen Methode könnten diese Defizite behoben und parallel die Qualität der Innovationsentwicklung durch eine konsistente Methodik gesteigert werden [GaEC2010]. Analog gilt dieses Prinzip auch im Kontext des Toolings, welches in diesem Fall nicht vorhanden ist. Für eine effektive Kollaboration und den damit verbundenen Wissensaustausch ist eine zugrundeliegende Umgebung erforderlich, die unternehmensübergreifend zur Verfügung gestellt werden muss. Gleichzeitig müssen die verschiedenen Lösungen hinsichtlich Prozesse, Methoden und Tools aufeinander abgestimmt und in Relation zueinander gesetzt werden.

Im Fokus der globalen Wettbewerbsfähigkeit ist der Austausch mit externen Stakeholdern von essentieller Bedeutung. Durch die kontinuierliche Integration von neuem und externem Fachwissen, das unter anderem durch kollaborativen Austausch mit weiteren Stakeholdern generiert wird, kann die unternehmensspezifische Innovationsfähigkeit aufrechterhalten und gesichert werden. Das inkludiert, dass Wissen und dessen intelligente Vernetzung und Verwaltung als einer der entscheidenden Faktoren für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit betrachtet werden können [Hubb2024]. Intelligente Vernetzung bezeichnet dabei die möglichst umfassende, detaillierte und weitgehend automatisierte Verknüpfung der verschiedenen Wissens Elemente. Durch eine intelligente Vernetzung und Verwaltung von Wissen können Unternehmen ihre Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit kontinuierlich steigern. Der Aspekt der Wettbewerbsfähigkeit nimmt in diesem Zusammenhang eine herausragende Stellung ein.

In der Innovations- und Entwicklungsphase sind Kollaborationsaktivitäten im Vergleich zu den aktuellen Produktentwicklungsphasen in deutlich geringerem Umfang vorhanden. Eine frühzeitige gemeinsame Innovationsentwicklung ermöglicht jedoch eine signifikante Steigerung der Umsetzungsfähigkeit und Qualität bei gleichzeitiger Reduzierung der Entwicklungsdauer. Kollaboration stellt dabei einen Kernaspekt dar, der in der Innovationsphase noch nicht ausreichend berücksichtigt wird [GaKo2018]. Eine frühzeitige Adressierung dieser Problematik

innerhalb der Innovationsphase ermöglicht den Beteiligten eine Absicherung und Beschleunigung der nachfolgenden Phasen.

Ein weiteres Problemfeld stellen die häufig starren Entwicklungsprozesse entlang von aktionsgetriebenen Wertschöpfungsketten dar. Diese ermöglichen keine dynamische Entwicklung, bei der simultan mehrere einzelne Sub-Wertschöpfungsketten durchlaufen werden und verschiedene Stakeholder mit unterschiedlichen Rollen interagieren können [RoLi2018], [CaAG2009].

Derzeit eingesetzte Ansätze in der Innovationsentwicklung betrachten Prozesse, Methoden und Tools meist isoliert voneinander. Für die erfolgreiche Förderung der gemeinsamen Innovationsentwicklung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken und den damit verbundenen Wissensaustausch wird eine Methodik benötigt, die diese drei Ansätze integriert. Durch die ganzheitliche Betrachtung von Prozess, Methode und Tool innerhalb einer Methodik kann sichergestellt werden, dass diese ineinander inkludiert und aufeinander abgestimmt sind. So kann beispielsweise ermöglicht werden, dass unterschiedliche Rollen zum richtigen Zeitpunkt miteinander kollaborieren und das benötigte Wissen mithilfe einer gemeinsamen Austauschplattform in den entsprechenden Prozessphasen ausgetauscht werden können.

## 1.2. Zielsetzung

Die Entwicklung Smarter Produkte innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken erfordert eine gezielte Förderung der Kollaboration, um die Geschwindigkeit und Qualität der gemeinsamen Innovationsentwicklung zu steigern. Gleichzeitig müssen Unternehmen bereit sein, den Entwicklungshorizont zu erweitern und weitere Akteure in den Innovationsprozess einzubeziehen, um eine schnellere Umsetzung zu ermöglichen. Dies setzt unter anderem eine offene Unternehmenskultur und die Verankerung der kollaborativen Innovationsentwicklung als strategisches Unternehmensziel voraus [KhKF2022]. Ergänzend dazu bedarf es einer Methodik, die Prozesse, Methoden und Tools harmonisiert und steuert. Im Gegensatz zu bestehenden Ansätzen sollte eine ganzheitliche Lösung angestrebt werden, die diese Aspekte simultan adressiert [HiAl2008]. Insbesondere im Hinblick auf das Tooling steht die Unterstützung der wissensbasierten Kollaboration und der damit verbundenen Wissensvernetzung im Vordergrund. Hieraus ergibt sich ein übergeordnetes Ziel, das durch weitere Teilziele konkretisiert werden muss. Das übergeordnete Ziel lautet:

- Die Entwicklung einer integrierten Methodik zur Förderung der kollaborativen Innovationsentwicklung Smarter Produkte in Wertschöpfungsnetzwerken, die Prozesse, Methoden und Tools ganzheitlich betrachtet und die wissensbasierte Zusammenarbeit unterstützt.

Um dieses übergeordnete Ziel zu erreichen, sind mehrere Teilziele erforderlich. Diese lassen sich definieren als:

- Entwicklung eines harmonisierten Prozessmodells zur ganzheitlichen Unterstützung und Integration der beteiligten Stakeholder entlang der gesamten Innovationsphase, um eine effiziente und effektive Zusammenarbeit zu gewährleisten.
- Implementierung einer methodischen Unterstützung für die Stakeholder, die einen einheitlichen Ablauf der Innovationsaktivitäten sicherstellt und gleichzeitig die Etablierung und Aufrechterhaltung von Wertschöpfungsnetzwerken fördert, um Synergien zu schaffen und die Innovationsleistung zu steigern.
- Konzeption und Umsetzung eines wertschöpfungsnetzübergreifenden Wissensmanagementansatzes zur Förderung der Kollaboration und des Wissensaustauschs zwischen den beteiligten Akteuren, um das vorhandene Wissen optimal zu nutzen und neues Wissen zu generieren.
- Sicherung und Förderung der übergreifenden Kollaboration durch die Entwicklung einer intelligenten und mehrstufigen Wissensvernetzung, die eine effiziente Verknüpfung und Nutzung des verteilten Wissens ermöglicht und somit die Innovationsfähigkeit des Netzwerks steigert.

Mit Fokus auf die definierten Teilziele innerhalb der Zielsetzung ergeben sich ergänzend folgende Forschungsfragen, welche mithilfe der zu entwickelnden Methodik beantwortet werden sollen:

- Wie kann die Innovationsentwicklung von Smarten Produkten innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken beschleunigt und harmonisiert werden?
- Wie kann eine methodische Unterstützung für die Stakeholder gestaltet werden, die einen einheitlichen Ablauf der Aktivitäten innerhalb der Innovationsentwicklung sicherstellt und gleichzeitig die Etablierung und Aufrechterhaltung von Wertschöpfungsnetzwerken fördert, um Synergien zu schaffen und die Innovationsleistung zu steigern?
- Welche Komponenten und Funktionalitäten muss ein wertschöpfungsnetzübergreifendes Wissensmanagementansatz aufweisen, um die Kollaboration und den Wissensaustausch zwischen den beteiligten Akteuren optimal zu unterstützen und sowohl die Nutzung vorhandenen Wissens als auch die Generierung neuen Wissens zu fördern?
- Wie kann eine intelligente und mehrstufige Wissensvernetzung konzipiert und implementiert werden, die eine effiziente Verknüpfung und Nutzung des interdisziplinären und heterogenen Wissens ermöglicht und somit die Innovationsfähigkeit des Netzwerks steigert?

### **1.3. Vorgehensweise**

Für die Generierung der wissenschaftlichen Ergebnisse, welche die zuvor definierten Forschungsfragen adressieren und beantworten sollen, bietet es sich an die Design-Research-

Methode (DRM) nach Blessing und Chakrabati zu nutzen. Dabei ist es vor allem sinnvoll, aufgrund des Aspektes der abschließenden ausführlichen Evaluation der zuvor erarbeiteten Ergebnisse [BlCh2009].

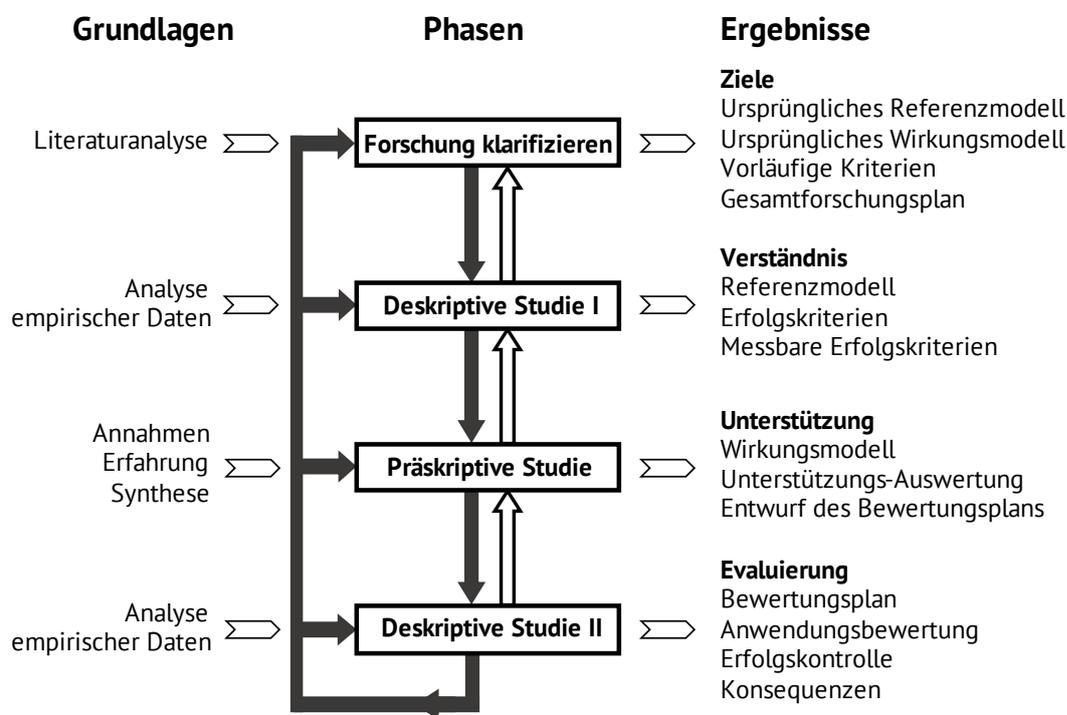


Abbildung 1-2 Design-Research-Methode nach Blessing und Chakrabati [BlCh2009]

Im ersten Schritt der DRM, der sogenannten „Klarifizierung der Forschung“ werden auf Grundlage der detektierten Defizite und Problemstellung die Forschungsfragen definiert, welche zur Lösung dieser Probleme benötigt werden. Hierfür wird passende Literatur aus dem Bereich des Forschungsfeldes gesichtet und analysiert, um potenzielle Forschungslücken zu identifizieren. Dies umfasst Bereiche der Innovationsentwicklung, kollaborative Entwicklung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken und dem Wissensmanagement. Ergänzend zu diesen drei selektiven Bereichen, sind auf jeden Fall noch Grundlagen zu betrachten. Im Gesamten werden vor allem Studien, Bücher und Konferenzbeiträge analysiert, um die Forschungslücken hervorzuheben. Diese Forschungslücken werden dann durch ergänzende und weitere initiale Forschungsfragen unterstützt. Ein Gesamtforschungsplan ist in Abbildung 1-3 aufgestellt und gliedert das Vorgehen der Arbeit. Im Fall der hier vorliegenden Arbeit umfasst der erste Schritt der DRM die Aktivitäten aus den Kapiteln 1 und 2. Wobei in Kapitel 1 mithilfe der Einleitung die benötigten Grundlagen definiert worden sind. In Kapitel 2 werden unter anderem relevante Definitionen, Grundlagen der Literatur und weitere Konzepte analysiert. Die Grundlagen schaffen dabei die Basis für das weitere Verständnis der Konzepte. Gemeinsam betrachtet sind sie die benötigte Ausgangslage für den späteren Stand der Forschung. Im zweiten Schritt der DRM findet die „Deskriptive Studie I“ statt. Innerhalb dieser Phase soll ein Referenzmodell erstellt und unter anderem Erfolgskriterien definiert werden. Im Fokus steht jedoch die weitere Klärung des Verständnisses hinsichtlich des

Forschungsbedarfes. Dieser Schritt wird durch die Analyse von empirischen Daten unterstützt. In Kapitel 2 bzw. 3 wird das Verständnis bzgl. des Forschungsfeldes weiter verfeinert und in Kapitel

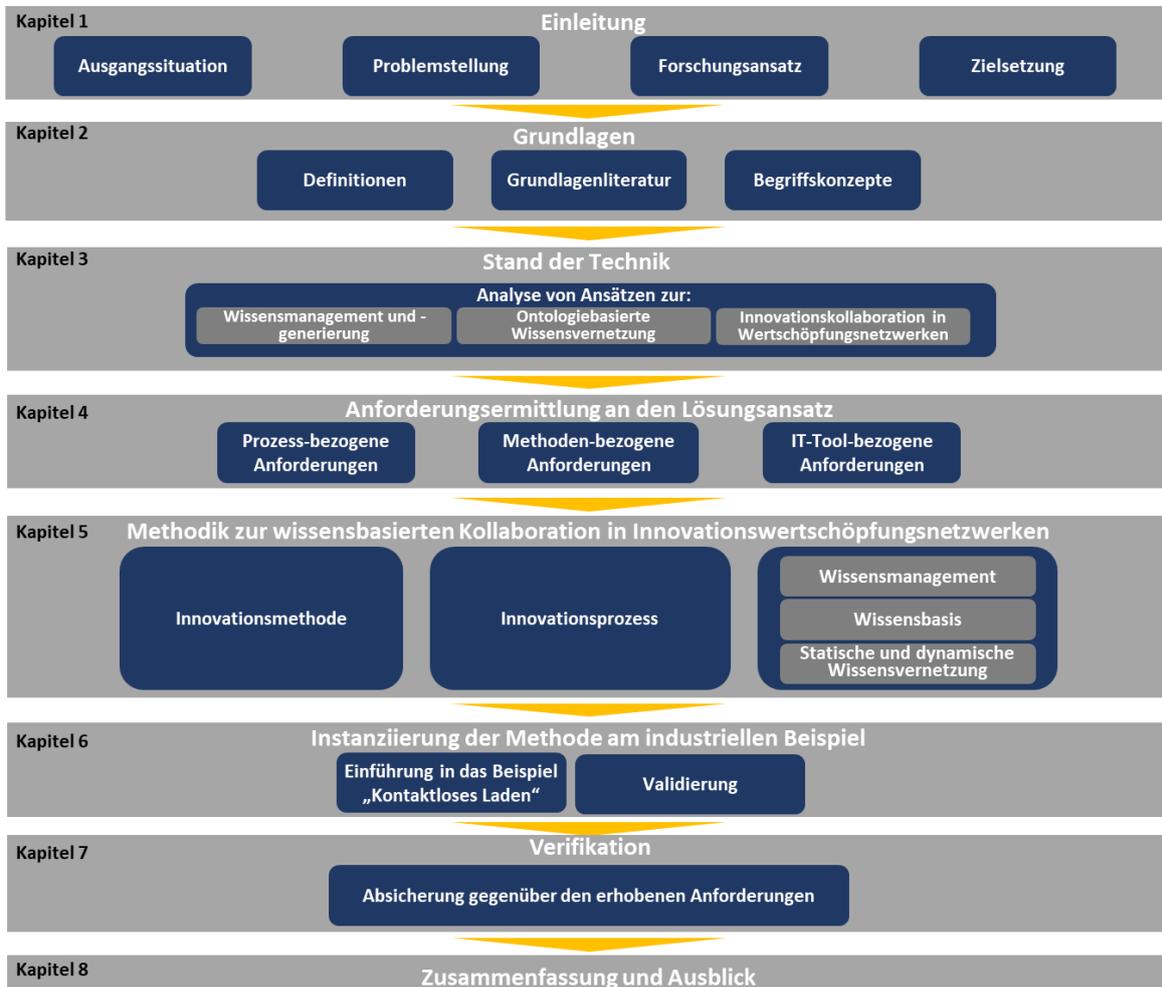


Abbildung 1-3 Gesamtübersicht der Arbeit

4 Erfolgskriterien definiert, sodass ein zunächst ergebnisoffener Ansatz entwickelt werden kann. Mithilfe der ausführlichen Literaturlerarbeit und den erhobenen Anforderungen, kann basierend auf diesen Erkenntnissen, eine empirische Analyse auf Grundlage der Literaturrecherche stattfinden. Der dritte Schritt der DRM befasst sich mit der „Präskriptiven Studie“. Im Fokus steht die Unterstützung der vorherigen Erkenntnisse und Resultate. Hierzu wird, basierend auf den zuvor formulierten Forschungsfragen, eine problemorientierte Lösung entwickelt. Als Grundlage dienen die zuvor ermittelten Annahmen und Erfahrungen bzw. die definierten Anforderungen aus Kapitel 4. In Kapitel 4 werden zu den jeweiligen einzelnen Teilzielen bzw. -bereiche separate Anforderungen definiert. Im nachfolgenden Kapitel 5 der Arbeit wird die erarbeitete Methodik vorgestellt und beinhaltet das Kaiserslautern Innovation Roadmap V-Modell (KIRV), den Innovationsprozess, die Innovationsmethode und das dazugehörige Wissensmanagement bzw. Tooling.

---

Der vierte und letzte Schritt der DRM fokussiert die „Deskriptive Studie II“, die die Evaluierung der Ergebnisse fokussiert. Die zuvor entwickelten Ergebnisse müssen validiert werden, auf Basis der zuvor definiert Forschungsfragen bzw. Anforderungen aus dem ersten Schritt. In Kapitel 6 findet eine Validierung der KIRV-Methode anhand eines industriellen Anwendungsfalles statt. Eine Gesamtübersicht über die Arbeit und die Vorgehensweise bei den einzelnen Teilschritten bzw. -ergebnissen ist in der Abbildung 1-3 zu sehen.

## 2. Grundlagen

In diesem Kapitel werden die benötigten und genutzten begrifflichen und methodischen Grundlagen für die Arbeit vorgestellt. Relevante Themen- und Forschungsfelder mit Bezug zur Dissertation werden belichtet und ausführlich erklärt. Diese Teilergebnisse sollen zu einem einheitlichen Verständnis beitragen und beim Aufzeigen der potenzielle Forschungslücken unterstützen.

### 2.1. Smarte Produkte

Der Begriff "Produkt" weist je nach Kontext eine variable semantische Bedeutung auf. Gemäß der DIN-Norm 2221 wird ein Produkt als eine Leistung oder ein Erzeugnis definiert, welches sowohl materieller als auch immaterieller Natur sein kann. Hierbei wird es dem Markt angeboten, mit der Absicht den Bedarf und die Bedürfnisse von Nutzern zu befriedigen [Vere2019]. Nach Kotler ist zu unterscheiden zwischen einem substanziellem, einem erweiterten und einem generischen Produktbegriff [Kotl1972]. Homburg hat diese Definition aufgegriffen und folgendermaßen [Homb2017]:

- Substanzieller Produktbegriff: Bündel von physisch-technischen Eigenschaften innerhalb eines Kernproduktes. Innerhalb des substanziellen Produktbegriffes steht die Zufriedenstellung funktionaler Kundenbedürfnisse durch physische Produktmerkmale.
- Erweiterter Produktbegriff: Produkt wird hier als eine Kombination von mehreren Leistungen verstanden, wie in diesem Fall aus physischen Produkten und/oder immateriellen Leistungen und umfassen somit auch die zuvor ausgeschlossenen Dienstleistungen
- Generischer Produktbegriff: Bezieht sich auch auf materielle und immaterielle Produkte, aus denen Kundennutzen resultieren kann. Der Unterschied zum erweiterten Produktbegriff liegt in der breiteren Auslegung der Nutzenkategorien.

Unter diesen übergreifenden Definitionen eines Produktes fällt auch das Smarte Produkt, dabei hat es gleichzeitig weitere Charakteristika, wodurch es sich von klassischen Produkten unterscheidet. Der Kern jedes industriellen Produktes besteht aus einer mechanischen Komponente oder Struktur [Abra2014]. Alle Produkte besitzen jedoch unterschiedliche Eigenschaften, wiederum mit dem gleichen Ziel Kundennutzen in unterschiedlichsten Formen zu erzeugen [Homb2017]. Heutige klassische disziplinspezifische Produkte liegen nur noch sehr selten vor. Dieser Wandel liegt unter anderem laut Abramovici an dem kontinuierlichem und starkem Fortschritt hinsichtlich der Informations- und Kommunikationstechnologien [AbSt2013]. Meist sind heutige Entwicklungen interdisziplinär aufgestellt wie z. B. bei der Entwicklung von mechatronischen Produkten, welche eine Kombination aus Mechanik und Elektronik sind. In Abbildung 2-1 ist die Evaluation der mechatronischen Produkte hin zu Smarten Produkten

verdeutlicht. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Grenzen zwischen diesen unterschiedlichen Produktkategorien fließend sind und keine festen und starren Abgrenzungen bestehen, somit sind die vorherigen Stufen immer eine Grundlage für die nächste Evolutionsstufe des Produktes.

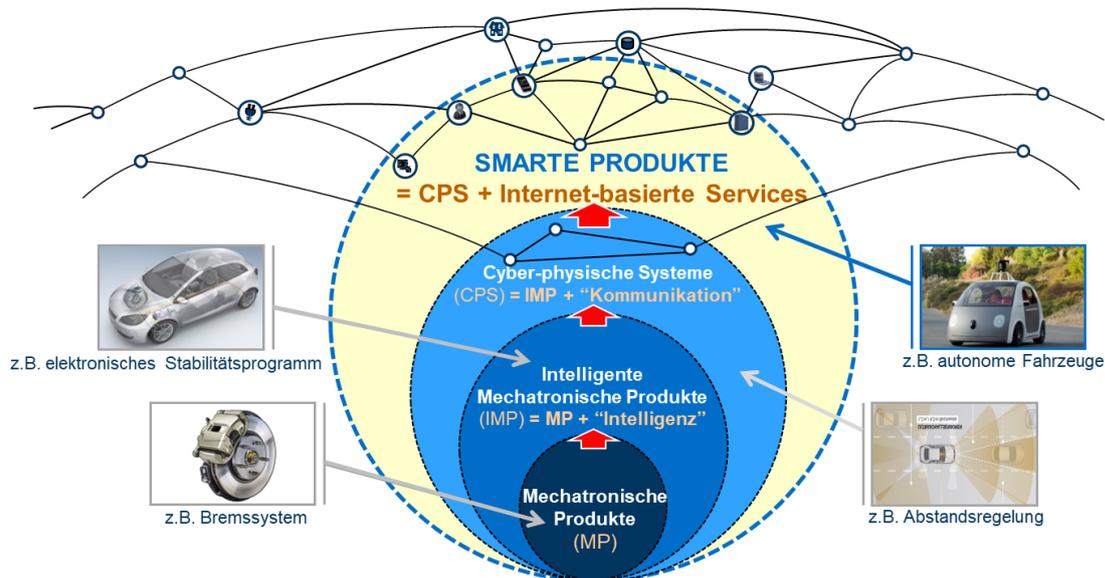


Abbildung 2-1 Evolution traditioneller Produkte zu Smarten Produkten [Abra2019]

Laut Abramovici charakterisieren nicht nur die Internet-basierten Services kombiniert mit dem Cyber-physischen-System ein Smartes Produkt, sondern auch einige weiter spezifische Komponenten, wie z. B.: Software, IT-Hardware, Kommunikation, Sensorik oder Internet-basierte Services. Diese Komponenten sind meist in einem Smarten Produkt vorhanden und charakterisieren es. Die Klassifizierung eines Produktes als "smart" erfordert nicht nur die Integration spezifischer Komponenten, sondern setzt gleichzeitig das Vorhandensein verschiedener charakteristischer Merkmale voraus. Ein Auszug aus diesen Charakteristika lautet: große Anzahl heterogener Komponenten oder hoher Grad an Autonomie bzw. Personalisierung. Erfüllt ein Produkt diese Charakteristika, so liegt ein Smartes Produkt vor [Abra2019].

Für Porter und Heppelmann besitzt jedes Smarte Produkte drei elementare Kernkomponenten, welche es vollständig charakterisieren. Zunächst besitzt jedes Smarte Produkt eine physische Komponente. Hierzu gehören unter anderem die mechanischen und elektrischen Bauteile an sich. Gleichzeitig muss eine smarte Komponente enthalten sein, dies sind z.B. Sensoren, Speicher oder auch die Software im Produkt. Zuletzt muss jedes Smarte Produkt eine Komponente für die Konnektivität besitzen. Hierzu gehören z.B. Antennen oder Schnittstellen zu weiteren Systemen. Vor allem bei der Konnektivitätskomponente sind verschiedene Modi zu unterscheiden, nämlich die Verbindungsarten: eins-zu-eins, eins-zu-mehreren und mehrere-zu-mehrere [PoHe2014].

Je nach Anwendungsfall muss das Smarte Produkt so ausgelegt werden, dass es mit einem oder mehreren weiteren Systemen kommunizieren kann [PoHe2014]. Durch die Kommunikationsfähigkeit und dem Smart sein, werden natürlich neue Produktfunktionen und -

fähigkeiten möglich, welche laut Porter und Heppelmann sich in Überwachung, Steuerung, Optimierung und Autonomie einordnen lassen. Dabei kann ein Produkt alle vier Bereiche einnehmen bzw. abdecken.

### 2.1.1. Herausforderungen bei der Entwicklung von Smarten Produkten

Die Entwicklung von Smarten Produkten bei bestehenden strengen und starren Hierarchien ist meist nur erschwert möglich. Für die Entwicklung solcher interdisziplinären Produkte bedarf es eines Wandels in der Entwicklung und größtenteils einen Aufbau von neuen Technologiestrukturen bzw. dem Kreieren von Infrastruktur und dem Ökosystem [PoHe2014]. Laut Porter und Heppelmann sind drei neue Hauptblöcke, die sich unter anderem mit dem Produkt selbst beschäftigen, der dazugehörigen Produkt-Cloud und der Konnektivität, nötig. Dies ist auch in Abbildung 2-2 zu sehen. Es ist augenscheinlich, dass dies nicht mit klassischen Ansätzen des Engineerings bewältigt werden kann, da diese meist monodisziplinär verordnet sind und diese benötigte übergreifende Kollaboration nicht fokussieren, wie z. B. in [BeGe2021]. Es bedarf neue Entwicklungsmethoden, welche vor allem sehr früh z. B. in der Innovationphase die Entwicklung von Smarten Produkten unterstützen, da somit sehr früh Einfluss genommen und gleichzeitig eine Veränderung in den nachfolgenden Phasen erzeugt werden kann. Gleichzeitig bedarf es neue Prozesse und Tools, die den Ingenieur bei der Entwicklung unterstützen. Dies liegt daran, dass nicht nur die Entwicklung von klassischen Disziplinen garantiert und integriert werden muss, sondern auch von neuen zu entstehenden Disziplinen und den dazugehörigen Stakeholdern und Rollen [StPB2019]. Der Wandel und die steigende Komplexität birgt für die Entwicklung eine große Herausforderung, welche mit dem Fördern der Kollaboration beherrschbar und kontrollierbar werden kann [LüNW2016]. Durch die Integration dieser unterschiedlichen und neuen Disziplinen kommt es auch vermehrt zur Entstehung von neuen Rollen [HeGM2021]. Hierbei können diese neuen Rollen vor allem auch von Start-ups eingenommen werden, die zuvor keine Erfahrung in der gemeinsamen Entwicklung mit weiteren externen Partnern besitzen. Dies bringt auch gleichzeitig eine Herausforderung für bestehende etablierte Unternehmen, welche in Wertschöpfungsketten agieren und kollaborieren. Die Integration und übergreifende Kollaboration muss für jeden Stakeholder garantiert bzw. in der Methodik berücksichtigt werden. Unternehmen, die gemeinsam Smarte Produkte entwickeln wollen, müssen ihren Fokus erweitern und das Produkt ganzheitlich betrachten, sodass frühzeitig eine sichere Entwicklung garantiert werden kann [StHi2019]. Bei der Betrachtung der Entwicklung intelligenter Produkte aus der Perspektive des Innovationsmanagements treten zusätzliche Herausforderungen hinsichtlich der erforderlichen Kollaboration auf. Mit Blick auf die Innovation, werden frühzeitig Wissenskollaborationen und -austausch benötigt, vor allem in sehr unsicheren und frühen Phasen. Dies ist jedoch meist mit Hemmnissen verbunden und eine Barriere bei der Entwicklung von gemeinsamen Smarten Produktinnovationen [KaMG2020]. Dabei ist die Innovationphase hier eine

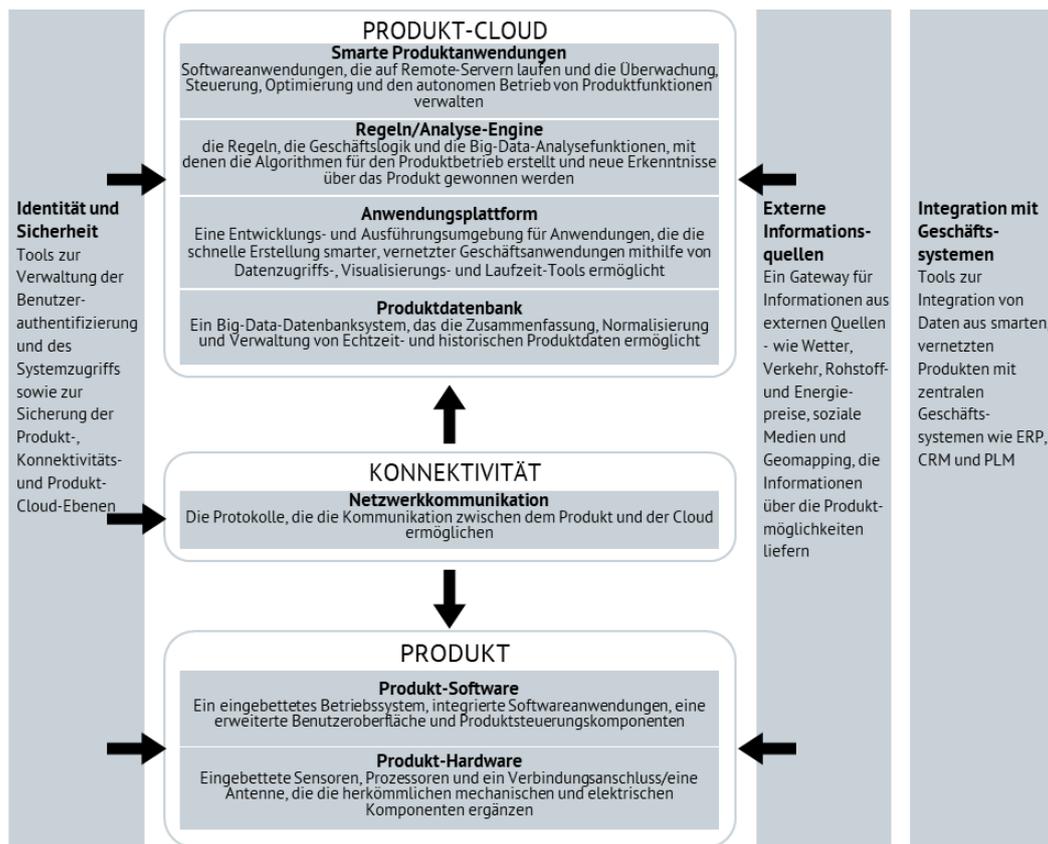


Abbildung 2-2 Technologie Stapel nach Porter und Heppelmann [PoHe2014]

besondere Phase, da sie nicht so konkret ist wie die Produktentwicklungsphase, sie jedoch die Phase zuvor adressiert und als Input dient. Unter anderem muss eine Entwicklungsphase, wie die Innovationphase, die durch Unsicherheiten in der Modellierung und Gestaltung des Produktes geprägt ist, gefördert werden. Eine Förderung der Kollaboration und der damit verbundenen Wissenskollaboration kann eine deutliche Beschleunigung und Sicherung in die Innovationsentwicklung von Smarten Produkten einbringen. Solch eine Förderung der Kollaboration kann mittels einer Innovationsmethode erreicht werden. Bestehende Ansätze berücksichtigen vor allem nachgelagerte Phasen und somit die reine Produktentwicklung.

## 2.2. Kollaboration

### 2.2.1. Kollaboration innerhalb der Entwicklung und Abgrenzung zur Kooperation

Bei der Entwicklung von Produkten bedarf es einer Zusammenarbeit von unterschiedlichsten Akteuren miteinander. Bei der Analyse der Entwicklungsprozesse smarter Produkte zeigt sich eine signifikante Steigerung der Notwendigkeit und des Ausmaßes kollaborativer Aktivitäten im Vergleich zu traditionellen Produktentwicklungsansätzen. Dies hat den Hintergrund der bestehenden Komplexität hinter solch einem Produkt [ToLS2019]. Einzelne Unternehmen können die nötige Leistung aus eigenen Kräften nicht erbringen bzw. den benötigten Umfang abdecken [LüNW2016]. Um dennoch diesen Fortschritt in der Entwicklung und vor allem der garantierten

Entwicklung der Produkte zu ermöglichen, werden fehlende Kompetenzen durch weitere Akteure ergänzt.

In der Literatur gibt es verschiedene Ansätze zur Definition und Abgrenzung von Kollaboration. Der Begriff Kollaboration, setzt er sich aus dem lateinischen Begriff com- "zusammen" + laborare "zu arbeiten" zusammen, was wortwörtlich zusammenzuarbeiten bedeutet. Hord beschreibt beide Ansätze sinnbildlich in einer Metapher und sagt: „Das Dating kann man als Kooperation sehen, wohingegen die Ehe als Kollaboration zu sehen ist“ [Hord1981].

Unter der Kollaboration ist laut Bryson die Vernetzung bzw. das Teilen von Wissen, den Austausch von Fähigkeiten oder die gegenseitige Bereitstellung von Ressourcen zu verstehen. Vor allem aber bei mindestens zwei oder mehr beteiligten Akteuren, wobei ohne diese Zusammenarbeit bzw. Kollaboration dies nicht hätte entstehen können [BrCS2006]. In der von Schrage veröffentlichten Definition wird der Begriff der Kollaboration als eine Form der Zusammenarbeit oder als das Resultat der Interaktion von mindestens zwei Akteuren verstanden, wobei das erzielte Ergebnis die Leistungsfähigkeit eines einzelnen Akteurs übersteigt. Als Ergebnis der gemeinsamen Kollaboration sind gemeinsames Erschaffen oder Entdeckungen zu erwarten [Schr1990]. Die Definition von Gray erweitert den reinen Aspekt des materiellen Austausches. Laut Gray ist Kollaboration zeitgleich ein Zusammenklang aus Wertschätzung und greifbaren und konkreten Ressourcen zur Lösung von Problemen, welche von keinem der Beteiligten allein hätten gelöst werden können. Unter den greifbaren und konkreten Ressourcen sind unter anderem Informationen, Wissen, Geld, Arbeit, usw. zu verstehen [Gray1985].

Die meisten Definitionen der Kollaboration fokussieren die gleichen Kernpunkte, nämlich die gemeinsame Zusammenarbeit von mindestens zwei oder mehr Beteiligten, um ein Problem zu lösen. Hierbei ist es wichtig, dass dies von keinem der einzelnen Beteiligten bewerkstelligt hätte werden können.

Ein wichtiger Punkt für die weitere Ausführung ist die klare Abgrenzung der Kollaboration zu dem sich ähnelnden Ansatz der Kooperation. Unter dem kollaborativen und kooperativen Verhalten wird, sowohl im deutschen als auch im englischsprachigen Raum, meist ein synonymisches Verhalten und Vorgehen verstanden, wodurch oft kein differenziertes Verständnis bei den Akteuren vorliegt [Born2012], [SiBE2019]. In beiden Ansätzen agieren Teams, bzw. mindestens zwei Akteure, um ein Problem gemeinsam zu lösen. Somit unterscheiden sich beide Ansätze vom Grundgedanken und den Faktoren des Inputs und Outputs kaum. Der Übergang beider Ansätze ist fließend und unterscheidet sich vor allem in der Art der Umsetzung. Besonders gut und plakativ unterscheiden sich die Ansätze in der Wissensgenerierung und -teilung. Arnold analysierte den Einsatz beider Begriffe im englischsprachigen Raum und kam zu der Erkenntnis, dass beide Begriffe scharf differenziert werden müssen [Arno2003]. Hierbei werden beide Ansätze auf das Lernen übertragen und die „Collaboration“ stellt einen freien, selbst koordinierten und

gesteuerten Austauschprozess, mit vor allem geringere Arbeitsteilung unter den Beteiligten, dar. Bei der „Cooperation“ hingegen sind viele Abläufe vorweg vorstrukturiert und es gibt eine klare Arbeitsteilung untereinander [ReMa1999], [Dill1999]. Bei der Kooperation sind die Arbeitsschritte meist strukturiert und ggf. vorab definiert. Dabei haben die Akteure Überschneidungen, bei der Realisierung der Aufgaben, jedoch mehrheitlich in einem deutlich geringeren Umfang. Das Ziel ist aber dennoch die gemeinsame Lösung und Umsetzung eines Problems. Bezogen auf den zuvor erwähnten Aspekt der Wissensgenerierung und -teilung wäre dies ein individueller Austausch von Wissens-elementen und vor allem in vorab definierten Umfängen des Austausches [Born2012]. Bei der Kollaboration hingegen ist das Vorgehen eher unvoreingenommen. Die große Schnittmenge ist hierbei der gemeinsame Austausch von Ressourcen unter allen Beteiligten. Dieser Vorgang wird als ko-konstruktiver Prozess bezeichnet [Born2012].

In der Definition von Siemon et al. wird unter der Kooperation eine einvernehmliche Zusammenarbeit von mindestens zwei Partnern gesehen, wobei vorab der konkrete Ablauf und das zu erwartende Ergebnis abgestimmt werden müssen [SiBE2019]. Die Kollaboration umfasst laut Siemon et al. eine Gemeinschaftsleistung oder besser gesagt einen gemeinsamen Einsatz hinsichtlich eines gemeinsamen übergeordneten Ziels.

Laut Bornemann sind die Begriffe und die dahinter zu verstehenden Konzepte von Kollaboration und Kooperation fließend zu sehen [Born2012]. Im Kontext der Kooperation wird ein Prozess der "Wissensteilung" beschrieben, bei dem die Generierung von Synergien keine notwendige Voraussetzung für die kollaborative Entwicklung darstellt. Wohingegen bei der Kollaboration die sogenannte „Wissensgenerierung“ im Vordergrund steht.

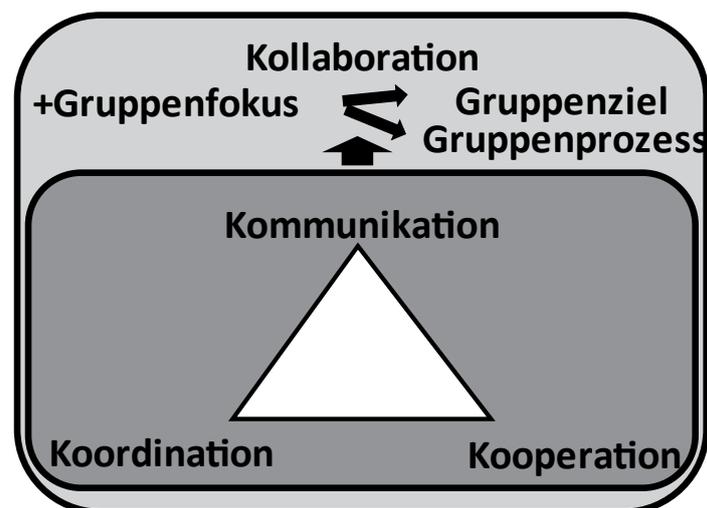


Abbildung 2-3 Die vier K's der Kollaboration nach [Leim2014]

Demnach steht die Kollaboration in einem sehr engen Zusammenhang zu der Kooperation, Kommunikation und Koordination. Es ist die Arbeit von zwei oder mehreren Gruppen/Individuen mit einem gemeinsamen Gruppenziel. Das Vorgehen bzw. der Gruppenprozess ist geordnet und geplant, um dieses Ziel möglichst schnell und effizient zu erreichen. Es ist auch zu erwähnen,

dass alle Beteiligten hierbei einen gemeinsamen Gruppenfokus verfolgen. Die Kollaboration beinhaltet damit deutlich mehr als nur die reine Kooperation und das Zusammenspiel der weiteren drei K's ermöglicht erst die vollständige Kollaboration [Leim2014]. Dies ist auch schematisch in Abbildung 2-3 dargestellt.

Kollaboration beschränkt sich nicht nur auf interne Vorgänge innerhalb eines Unternehmens oder auf externe, sondern kann gleichzeitig in beide Richtungen stattfinden [Barr2004]. Meist kommt es zu einer Kollaboration, wenn ein Unternehmen oder eine Abteilung etwas erreichen möchte, welches ohne Kollaboration unerreichbar ist [BrDB2021]. In Abbildung 2-4 sind die unterschiedlichen möglichen Formen bzw. Umfänge einer Kollaboration nach [Barr2004] beschrieben, welche sich in eine vertikale und horizontale Kollaboration ausprägen.

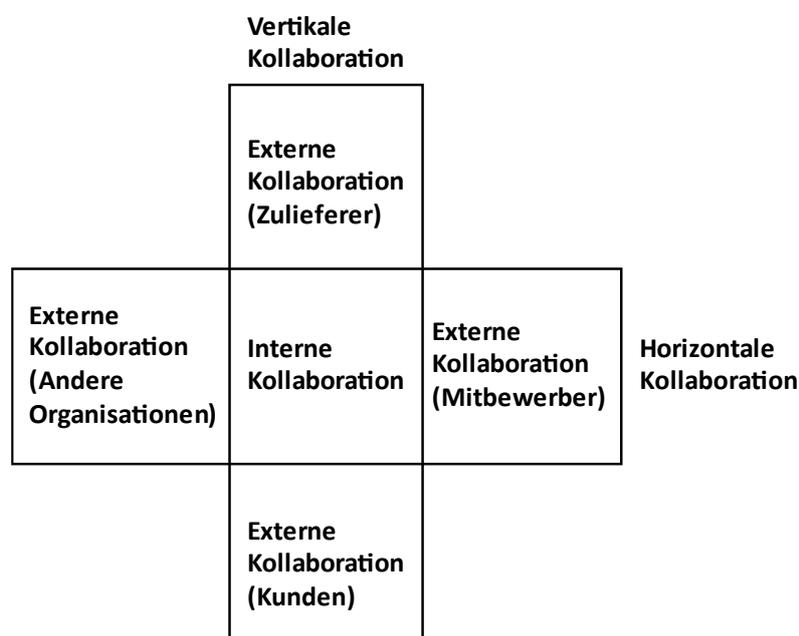


Abbildung 2-4 Der mögliche Umfang einer Kollaboration nach [Barr2004]

Laut Barrat ist in einer vertikalen Kollaboration, eine Kollaboration mit Kunden, Zulieferer und intern über mehrere Abteilungen bzw. Funktionen möglich. Bei der horizontalen Kollaboration sind vor allem weitere Organisationen (z. B. zum Fördern der Herstellungskapazitäten) und vor allem Mitbewerber im Fokus, aber auch gleichzeitig die interne Kollaboration [Barr2004]. Dabei kommt es zum Austausch von Daten, Informationen, Wissen oder auch dem Bereitstellen von Kapazitäten. Dies kann sowohl intern als auch extern stattfinden. Die interne Kollaboration muss jedoch zwingend und vor allem kontinuierlich in Relation zur Externen stehen, denn nur so kann eine erfolgreiche Grundlage geschaffen und eine Wertschöpfung generiert werden. Mit Fokus auf die externe Kollaboration, ist es nicht von Vorteil jegliche Partnerschaft bzw. Kollaboration einzugehen. Es ist wichtig, seine Kollaborationspartner gezielt und mit Bedacht auszuwählen [HeGM2021]. So kann vorab gefördert werden, dass die Bereitschaft zur benötigten Kollaboration

gewährleistet ist und gleichzeitig die benötigten Themen bzw. Disziplinen gesichert und abgedeckt sind.

Im Abschnitt zuvor wurden die Unterschiede und insbesondere Gemeinsamkeiten der Kollaboration und Kooperation belichtet. Jedoch ist zu bemerken, dass zwar alle ein ähnliches Verständnis haben bzw. den identischen Grundgedanken verfolgen. Der Vollständigkeit halber und für das bessere Verständnis des Collaboration Engineering wird kurz die Auffassung von Leinmeister hierzu beleuchtet. Das Collaboration Engineering stellt einen reinen Fokus auf die Entwicklung und der Umsetzung der benötigten Kollaborationsprozesse, Aspekte bzgl. Entwicklung oder ähnliches sind nicht Teil des Ansatzes bzw. eine reine Steuerung und Förderung der Entwicklung sind Bestandteile.

Für den weiteren Verlauf dieser Arbeit und für das Verständnis von Kollaboration wird die Definition von Gray, um den Ansatz von Leinmeister erweitert und als Grundlage genutzt.

### 2.2.2. Kollaboration während frühen Entwicklungsphasen

Die Kollaboration birgt oft Unsicherheiten für einzelne Akteure, da viel über die eigenen Kompetenzen preisgegeben wird und dies meist gegenüber Akteuren aus demselben Umfeld oder mit der gleichen Produktidee erfolgt. Bei der Analyse der frühen Entwicklungsphasen zeigt sich eine Intensivierung der inhärenten Unsicherheiten, die ein erhöhtes Maß an Vertrauen und Absicherungsmechanismen erfordert. In solch frühen Entwicklungsphasen, wie z. B. der Innovationsphase, basiert die Kollaboration überwiegend auf einem Informations- und Wissensaustausch bzw. einem gemeinsamen Forschen und Entwickeln des Problems, welches wiederum meist Vorteile für die Akteure darstellt [KaMa1997], [GaKo2018]. Akteure können in diesem Fall etablierte Unternehmen oder auch Forschungsinstitute, Universitäten oder Start-ups sein. Sie erlangen Zugang zu frischem und neuem Wissen, das zuvor nicht zur Verfügung stand. Dennoch können solche Ansätze in einer Sackgasse münden oder in starren Abhängigkeiten [GaKo2018], [FrMu2004]. Trotz dessen ist es erforderlich, in solch frühen Phasen zu kollaborieren. Mit Hinblick auf die steigende Komplexität und der dadurch zwingend erforderlichen Integration von neuen Disziplinen, muss möglichst früh die Kollaboration gestärkt und garantiert werden. Einzelne Akteure können in den seltensten Fällen alle benötigten Kompetenzen abdecken und damit eine reine, eigene Entwicklung realisieren. Dies wird bei Smarten Produkten unter anderem notwendig sein, da dort vermehrt eine Cross-Sektor Collaboration zum Einsatz kommt. Diese Cross-Sektor Kollaboration bedarf einer frühen Förderung, aufgrund der unterschiedlichen Disziplinen, die sich miteinander austauschen müssen [BrCS2006]. Akteure, die in solch frühen Phasen mit anderen Akteuren zusammen agieren möchten, benötigen unter anderem eine Netzwerkkompetenz, um die Kollaboration und die gemeinsame Forschung gewährleisten zu können. Unter der Netzwerkkompetenz sind Fähigkeiten zu verstehen, um in einem Netzwerk agieren zu können und vor allem die Bereitschaft bzw. Offenheit zu besitzen [RiGe2003],

[KoOR2015]. Ein großer Vorteil für die sehr frühe Kollaboration der Akteure ist die Einsparung von Zeit und Kosten. Die ist einer der Key-Performance-Indikatoren bei der Bewertung einer Entwicklung und deren Umsetzung [Cama2004], [KoOR2015]. Gleichzeitig kann bei wissensbasierten Kollaborationen in frühen Phasen, Zugriff auf externes Wissen von weiteren Akteuren bereitgestellt werden. Dies hilft vor allem mittelständischen Unternehmen, die meist keine große Forschungsabteilung besitzen [AuVi1996], [KoOR2015].

Es ist erforderlich, die Kollaboration in dieser frühen Phase separat zu unterstützen, da der Benefit für den weiteren Verlauf des Lebenszyklus von enormem Vorteil ist [Hans2009], [KoOR2015]. Es ergeben sich Anforderungen an eine integrierte Entwicklungsmethode, die sowohl die frühe Entwicklung als auch die Kollaboration fördern sollte. Hinsichtlich der Unsicherheiten und dem genauen Fördern der Kollaboration ist eine toolbasierte Methodenunterstützung erforderlich. Das Tool kann dabei eine Wissensbasis sein, welche den Austausch der frühen Wissensmodelle ermöglicht. Der Fokus liegt auf den Wissensmodellen, da, wie bereits zuvor erwähnt, der Kollaborationsfokus in solch frühen Phasen beim Informations- und Wissensaustausch liegt.

### **2.3. Wertschöpfung innerhalb der Entwicklung**

Entlang eines Lebenszyklus kommt es an unterschiedlichsten Stellen zu einer Wertschöpfung. Als Wertschöpfung sind Prozesse zu verstehen, die den Wert eines Produktes oder auch einer Dienstleistung steigern [HeLS1997]. Somit ist die Wertschöpfung eine Leistungsgröße, mit der der Wertzuwachs an einem Produkt bzw. Dienstleistung beschrieben wird. Diese entsteht aber vor allem durch den Einsatz von Arbeit, Kapital und Management [Hofm1977]. Gleichzeitig wird der Begriff der Wertschöpfung in der Produktion sehr einfach beschrieben, durch die Differenz zwischen dem Output und des Inputs eines Prozesses. Die Produktion im gesamten wird als Wertschöpfungsprozess betrachtet und hat einen klassischen, materialistischen Charakter, wohingegen das Produkt einen Transformationsprozess durchläuft [Dyck2003]. Dies begrenzt sich jedoch nicht nur auf die Produktionsphase und kann auf den gesamten Lebenszyklus eines Produktes erweitert werden. Vor allem in der Entwicklung eines Produktes, wenn noch kein physisches Produkt vorliegt, kann es dennoch zur Wertschöpfung kommen. Ein Beispiel für ein solches, nicht physisches Produkt, welches gleichzeitig im Wert gesteigert werden kann und somit eine Wertschöpfung durchläuft, ist Wissen [BüRa2002]. Somit sind Prozesse von der Ideengenerierung, über die Produktion des Produktes und dem anschließenden Recycling eines Produktes Bestandteile einer Wertschöpfung. Bei der Betrachtung der sequentiellen Abfolge oder der ganzheitlichen Integration von Wertschöpfungsaktivitäten wird in der Literatur häufig der Begriff der "Wertschöpfungskette" verwendet [DuAR2021].

Porter beschreibt in seinem Ansatz, dass in jedem Unternehmen eine Anzahl an Aktivitäten stattfindet, mit der Absicht ein Produkt unter anderem zu entwickeln, zu produzieren, zu liefern

oder zu vermarkten [Port1998]. Gleichzeitig widerspiegeln diese auch wertschöpfende Tätigkeiten und können in Form einer Kette bzw. nacheinander und phasengetrieben ablaufen, wodurch es zu einer Wertschöpfungskette kommt [Port1998]. Hierzu gibt es auch eine erste schematische Beschreibung durch Porter in Abbildung 2-5. Die Wertschöpfungskette beschreibt die benötigten Wertschöpfungsaktivitäten und deren anschließende Marge. Dabei ist bei den Wertschöpfungsaktivitäten zu unterscheiden zwischen physikalischen und technologischen Aktivitäten. Gleichzeitig können sie aber noch weiter differenziert werden durch die Unterscheidung von primär und unterstützenden Aktivitäten, was auch in Abbildung 2-5 verdeutlicht ist. Sie sind somit die Stütze eines Unternehmens, welches den Wert eines Produktes weiter anreichern möchte. Primäre Aktivitäten beschäftigen sich hauptsächlich mit der Entstehung und der Vermarktung des Produktes [Port1998].

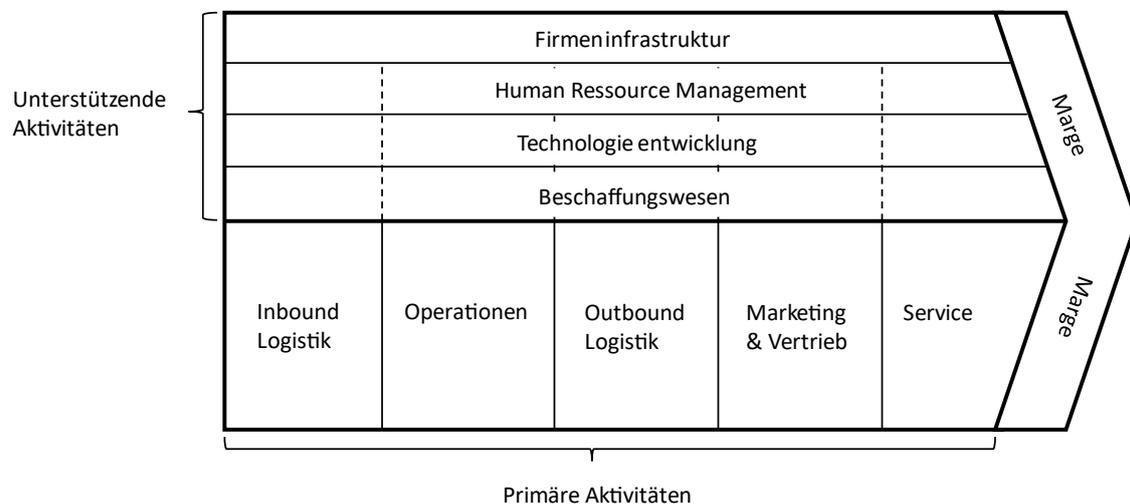


Abbildung 2-5 Generische Wertschöpfungskette nach [Port1998]

Um diese primären Aktivitäten zu gewährleisten, bedarf es natürlich auch unterstützende Aktivitäten. Sie garantieren den Ablauf der primären Aktivitäten durch die Integration von Ressourcen, Technologien oder dem Zukauf von Leistungen.

### 2.3.1. Transformation der Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzwerken

Mit Fokus auf den Wandel der Produkte hin zu Smarten Produkten und dem damit verbundenen Wandel der Stakeholder gerät der klassische Ansatz der Wertschöpfungsketten an seine kapazitiven Grenzen. Neue Rollen müssen integriert, bzw. es muss ein Raum für sie in der bestehenden Wertschöpfung geschaffen, werden [FjKe2006]. Dieser Wandel wird unter anderem auch durch den Einfluss der Megatrends gefördert. Bei der Analyse der Automobilindustrie, die in der Regel durch eine komplexe und umfangreiche Wertschöpfungskette gekennzeichnet ist, zeigt sich eine signifikante Beeinflussung durch verschiedene Megatrends, wie beispielsweise die zunehmende Vernetzung von Fahrzeugen, die Entwicklung autonomer Fahrfunktionen, die

Entstehung neuer Mobilitätskonzepte und die Implementierung alternativer Antriebstechnologien. [McKi2017], [FaKo2019].

Smarte Produkte bringen spezifische Entwicklungsanforderungen mit sich, die nur unter erschwerten Bedingungen mit den bestehenden Konzepten der Wertschöpfungsketten realisiert werden können. Es ergeben sich somit laut Ricciotti sechs Einflussgebiete, die für die Transformation der Wertschöpfungsketten hin zu den Wertschöpfungsnetzwerken verantwortlich sind [Ricc2020]. Als ersten Einflussfaktor für die Transformation kann die zukünftig geforderte Nachhaltigkeit innerhalb des gesamten Produktlebenszyklus betrachtet werden [CoCP2017], [FeGD2012], [Geib2013], [JaLu2007], [Port1991]. Gleichzeitig ist der ökologische Fußabdruck eines Produktes ein wichtiger Erfolgsfaktor in der heutigen Zeit, hierfür müssen bestehende Stakeholder mit unterschiedlichen Rollen vertreten sein oder diese neuen Rollen schaffen. Der nächste Einflussfaktor kann in der Globalisierung verortet werden. Die Globalisierung ist notwendig aufgrund des Bedarfes von unterschiedlichen Wissensquellen, welche von unterschiedlichsten Stakeholdern abgedeckt werden. Um die Komplexität von zukünftigen Produktinnovationen, wie es z. B. bei Smarten Produkten der Fall ist, bedarf es hier auch eine Integration von Wissen bzw. weiteren ergänzenden Technologien durch weitere Stakeholder [Ade2000], [PoEw2009], [Rich2014], [Quan2008], [Ricc2020], [StvG2008], [ZhVL2002]. Diese Erweiterung und Öffnung des persönlichen Entwicklungsvorgehens eines Unternehmens führt dazu, dass es Teil eines Netzwerkes wird und einer hohen Wettbewerbsfähigkeit ausgesetzt ist. Das individuelle Unternehmen ist somit Teil eines Wertschöpfungsnetzwerkes mit einem hohem Bedarf des Austausches mit weiteren Stakeholdern [LuVT2010], [Dekk2003], [SiPW2017], [KäVi2011], [Ricc2020]. Die Notwendigkeit des Austausches kann auch als Kollaborationsaktivitäten zusammengefasst werden und somit ist der Aspekt der Kollaboration ein weiterer Einflussfaktor für die Transformation. Um die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens aufrechtzuerhalten und den Bedarf an fremdem Wissen zu gewährleisten, bedarf es dieser Öffnung und Ausweitung der Kollaborationsaktivitäten innerhalb von Netzwerken. Der Wert einzelner Unternehmen und Aktivitäten hängt somit auch von der sich dahinter befindenden Netzwerkstruktur von Unternehmen, welche gemeinsam kollaborativ entwickeln, ab [Alle2000], [Alle2008], [Alle2009], [BaFr2008], [BaCB2003], [BoMa2000], [RoDL2008], [McWh2006], [Ricc2020]. Als vierter Grund kann das erhöhte Aufkommen von immateriellen Gütern und deren Verwendung bzw. Wert innerhalb der Entwicklung gesehen werden. Gründe hierfür sind auch der Wandel der Wertgegenstände innerhalb eines Unternehmens, die den Erfolg garantieren und vor allem den Wert des Unternehmens rechtfertigen. Bei der Analyse von Technologieunternehmen, deren Unternehmenswert primär auf immateriellen Vermögenswerten, wie beispielsweise dem vorhandenen Know-how, basiert, zeigt sich eine signifikante Verstärkung der Transformation von Wertschöpfungsketten. Als resultierendes Ergebnis aus Wertschöpfungsnetzwerken kommt es somit vermehrt zu einem immateriellen Wertgegenstand als Resultat [Alle2000], [BoMa2000],

[Desa2010], [LeSc2017], [Ricc2020]. Als letzter Einflussfaktor kann die benötigte Agilität und Flexibilität in der Entwicklung gesehen werden. Durch den Wandel hin zu Smarten Produkten und der damit verbundenen Komplexität ist der Aspekt der Agilität ein wichtiges Entwicklungskriterium. Es kann dabei über den Erfolg entscheiden. Ein bewährtes Mittel zur Komplexitätsbeherrschung ist die Wandelbarkeit, im besonderem die schnelle Wandelbarkeit. Die dadurch erlangte Flexibilität ermöglicht es den Entwicklern auf Probleme schnellstmöglich zu reagieren und eventuelle Ausfälle von Stakeholdern oder Ressourcen allgemein schnellstmöglich zu ersetzen. Das gleiche Konzept gilt bei schnellen Technologiewechseln, welche einen Wandel in der Entwicklung herbeiführen können [Hami2007], [MoSB2008], [Ricc2020].

Für den weiteren Verlauf der Arbeit gilt die Ausprägung des Wertschöpfungsnetzwerkes aus Abbildung 1-1 bzw. aus der Einleitung als Grundlage. Das Besondere hierbei ist, dass alle Stakeholder ein gemeinsames großes Ziel verfolgen. Dieses gemeinsame Ziel ist wiederum den einzelnen Unterzielen übergeordnet. Das Wertschöpfungsnetz ist durch mehrere einzelne Wertschöpfungsketten aufgebaut, die untereinander vernetzt sind und in Relation zueinanderstehen. Jede Wertschöpfungskette verfolgt dabei ein Ziel, welches Teil des übergeordneten gemeinsamen Zieles ist. Unterschiedliche Stakeholder sind hier in den unterschiedlichen Wertschöpfungsketten vertreten, vor allem in unterschiedlichen Rollen. Zum einen können sie in einer Wertschöpfungskette als OEM auftreten und in der nächsten wiederum als Tier 1. Genau dieser Aspekt führt zu einem netzwerkähnlichen Geflecht in der Entwicklung und Kollaboration, sodass von einem Wertschöpfungsnetz gesprochen wird. Des Weiteren ist zu erwähnen, dass dieser mögliche Wandel der Rollen und somit auch der Verantwortlichkeiten, ein sehr besonderer Aspekt bei der Definition von Wertschöpfungsnetzwerken ist.

Weitere Ansätze und Definition haben ein sehr ähnliches Verständnis unter dem Aufbau und der Beschreibung eines Wertschöpfungsnetzwerkes. Laut Allee lassen sich Wertschöpfungsnetzwerke durch einen dynamischen und komplexen Leistungsaustausch zwischen unterschiedlichen Beteiligten definieren. Hierdurch entsteht für alle Beteiligten ein Mehrwert. Gleichzeitig ist die Vorgehensweise ähnlich eines Geflecht, da ein Austausch mit jedem Beteiligten möglich und vor allem gewünscht ist [Alle2015].

Laut Sydow ist unter einem Wertschöpfungsnetzwerk zu verstehen: *„auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende Organisationsform ökonomischer Aktivitäten dar, die sich durch komplex-reziproke, eher kooperative denn kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbstständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmungen auszeichnet.“* [Sydo1992]. Es ist zu erwähnen, dass Sydow hierbei von Unternehmensnetzwerken spricht. Diese sind jedoch in diesem Kontext als Synonym zu verstehen.

In einer Studie von [SeAH2020] wird unter dem Wertschöpfungsnetzwerk der gemeinsame und freiwillige Zusammenschluss von selbständigen Organisationen für die gemeinsame

Wertschöpfung verstanden. Dabei kooperieren Unternehmen und integrieren ihre gesamten Kernkompetenzen in das Netzwerk. Ein übergeordnetes gemeinsames Ziel ist die Entwicklung von kollaborativen Wettbewerbsvorteilen [Adne2017], [DySi1998], [Sydo1992].

Der Einsatz und das Interagieren innerhalb solcher Netzwerke bergen neben den Chancen auch Risiken. Zunächst werden die Chancen beleuchtet, wie das Senken von Kosten im gesamten Prozess. Dies resultiert unter anderem durch die Aufteilung auf mehrere Beteiligte, die für die Reduktion der Einzelbelastung eines Stakeholders sorgt. Des Weiteren ist es möglich, auf einen deutlich größeren Pool an Ressourcen zuzugreifen, um sich selbst zu verbessern bzw. zu optimieren. Dies kann unter anderem durch das Integrieren oder Nutzen von neuem Prozesswissen geschehen. Eine der wichtigsten Chancen ist jedoch das verteilte Risiko über mehrere Stakeholder. Das Risiko wird nicht mehr einzeln getragen und kann gleichzeitig in einer erhöhten Risikofreude und Bereitschaft führen. Unter dem Risiko ist vor allem der Lock-In Effekt zu verstehen, da das Agieren in einem Wertschöpfungsnetzwerk natürlich auch mit einer vorherigen Investition verbunden ist. Die Partizipation in kollaborativen Strukturen erfordert von den beteiligten Akteuren eine partielle Aufgabe ihrer individuellen Autonomie zugunsten der Unterordnung unter die übergeordneten Ziele und Anforderungen des Gesamtvorhabens. Zu beachten ist auch die erschwerte Steuerung solcher Netzwerke. Treten diese Netzwerke mit einer hohen Anzahl an Stakeholdern auf, kann es sehr schwer sein diese zu koordinieren bzw. zu steuern. Durch den zuvor erwähnten Gewinn an neuen Ressourcen ist gleichzeitig auch die eigene Öffnung der Kompetenzen und Wissen verbunden. Dies führt dazu, dass es möglich ist, keine konkrete Kontrolle mehr über das eigene Wissen zu besitzen [PeSc2021].

### 2.3.2. Ausprägungen von Wertschöpfungsnetzwerken

Ein Wertschöpfungsnetzwerk kann aus unterschiedlichsten Gründen heraus entstehen und somit auch unterschiedlichste Ausprägungsformen besitzen. Jedoch lassen sich laut [ScKR2011] Wertschöpfungsnetzwerke in drei unterschiedliche generische Typologien einordnen: interne, stabile und dynamische Netzwerke.

Unter den internen Netzwerken ist der Zusammenschluss innerhalb einer Organisation zu verstehen, dies kann dann innerhalb eines Unternehmens entstehen oder über den Konzern bzw. Unternehmensgruppe hinweg. An diesen Netzwerken sind dann vor allem einzelne Bereiche in den Unternehmen beteiligt. Gesteuert werden sie durch eine zentrale Einheit, innerhalb der auch Vorgaben festgelegt werden können hinsichtlich der zu erwartenden Ergebnisse [ScKR2011].

Stabile Netzwerke entstehen meist aus Wertschöpfungsketten, bei denen mehrere spezialisierte Unternehmen zusammenarbeiten, um ein Produkt oder eine Dienstleistung herzustellen. Die einzelnen Unternehmen integrieren dabei ihre persönlichen Ressourcen und Kompetenzen in die Wertschöpfung. Das Auslagern der einzelnen Prozesse bzw. Wertschöpfungen führt zu einer erhöhten Flexibilität aller Beteiligten [ScKR2011].

In einem dynamischen Netzwerk finden sich Partner zusammen, die auftragsbezogen gemeinsam arbeiten. Sie haben meist einen sehr hohen Spezialisierungsgrad und sind nur aus diesem Grund Teil des Netzwerkes. Gleichzeitig ist eine sehr hohe Anzahl an Stakeholder am Netzwerk beteiligt. [ScKR2011].

In der Literatur kommen weitere unterschiedlichste Formen von Wertschöpfungsnetzwerken vor. Eine Auswahl davon sind z.B.: Co-Creation, strategische Allianzen, Joint Venture oder eine Open-Innovation Plattform [SeAH2020].

### 2.3.3. Wertschöpfungsnetzwerke im Bereich smarterer Produkte

Unter Betrachtung der Transformation von klassischen Produkten hin zu smarten Produkten, welche sowohl physische Bestandteile haben als auch Internet-basierte Services und somit digitale Komponenten besitzen, stellt dies die gemeinsame Entwicklung bzw. Wertschöpfung vor neue Herausforderungen [PoHe2014]. Folglich muss sich auch die Wertschöpfung transformieren, um die Entwicklung dieser komplexen Produkte zu gewährleisten. Bestehende Ansätze von [LiMS2018] fokussieren die Entwicklung von Smart-Produkt-Service Systemen und realisieren mithilfe eines Rahmenwerkes die Entwicklung innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes. Sie fokussieren für die Realisierung des gemeinsamen Ansatzes einen Co-Creation-Ansatz. Hierfür müssen innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes vier Phasen erschaffen und umgesetzt werden: die Koexistenz der Stakeholder und ihre Anforderungen, korrelierende Entwicklung der Service-Systeme, koexistierende Implementierung der Smarten-Services, gemeinsame Evaluierung der Service-Systeme. Mithilfe der unterschiedlichen Phasen und Resultate ist es laut [LiMS2018] möglich, ein Smart-Produkt-Service System gemeinsam mit mehreren Stakeholdern zu entwickeln.

Gleichzeitig wird durch die Integration der Services innerhalb der Produkte eine komplett neue Entwicklungssicht geöffnet und schafft somit auch neue Stakeholder. Neue Stakeholder können in diesem Kontext neue Rollen einnehmen, z.B. dass sie die Dienstleistung entwickeln, bereitstellen oder die ausführende Kraft sein können. Ein Beispiel für solche neuen Stakeholder sind unter anderem ein Mobilitätsanbieter, dessen Hauptaufgabe es ist, dem Kunden die Mobilität anzubieten mithilfe von z. B. öffentliche Verkehrsmittel, Sharing-Modellen oder auch eine Ladeinfrastruktur für das Laden der E-Autos [NeJä2018]. Ein weiterer Stakeholder könnte ein Datenhändler sein, da mit der optimalen Nutzung von komplexen Smarten Produkten auch immer mehr reale Daten oder Benutzerprofile von Kunden benötigt werden. Ein Datenhändler sammelt Daten von Kunden hinsichtlich ihrer Vorlieben und Nutzung bzw. persönliche Informationen und verkauft diese an weitere Unternehmen [Kasp2023].

Des Weiteren muss in solchen Wertschöpfungsnetzwerken eine Wissensbasis fester Bestandteil sein, um den Austausch und die garantierte Entwicklung zu ermöglichen [HeKM2017]. Das Management für das erforderliche Wissen und dem erzeugten Wissen muss gleichermaßen

unterstützt und kontrolliert werden [LüSB2008]. Somit kann unter anderem die Kollaboration über die Unternehmensgrenzen hinweg unterstützt werden [OtFH2023]. Es ist dennoch zu beachten, dass die Entwicklung von Smarten Produkten die Konkurrenz zwischen den Unternehmen erhöhen bzw. auch fördern kann [MoSo2016]. Aus diesem Grund ist dennoch nicht zu vernachlässigen, dass eine Abgrenzung zu weiteren Unternehmen gewährleistet sein muss und die eigene Souveränität bewahrt, aber gleichzeitig bereit ist, mit anderen zu Kollaborieren [GrTD2010]. Eine Produktinnovation kann nur erfolgreich bzw. gefördert werden, wenn Unternehmen gemeinsam am Ergebnis arbeiten und sich austauschen bzw. kollaborieren [NaBa2013]. Dies sind Anforderungen, die das Wertschöpfungsnetzwerk bei der Entwicklung von Smarten Produkten zu erfüllen hat.

## 2.4. Generierung und Nutzen von Wissen

Wissen im Entwicklungskontext, ist es eine der wichtigsten Ressourcen, die ein Unternehmen besitzen kann. Bei der Entwicklung von Innovationen ist es eine der Grundpfeiler, dass ausreichend Wissen vorhanden ist und auch bei der Innovationsentwicklung genutzt werden kann [PrRR2012]. Gleichzeitig ist in der modernen Entwicklung, vor allem bei der Entwicklung von Smarten Produkten, ein enormes Spektrum an Wissen bzw. interdisziplinärem Wissen notwendig. Der Wert bzw. der Erfolg eines Unternehmens wird an seinem vorhandenem und verwaltetem Wissen bemessen. Das Wissen macht die Unternehmen Wettbewerbsfähig und ermöglicht es, neue Herausforderungen zu bewältigen [Nort2011].

Zunächst ist es wichtig die Definition von Wissen präzise von den Begriffen Daten, Informationen und weiteren zu trennen, da diese in einer engen Beziehung, einem sogenannten Dreiklang, stehen. Hierzu gibt es verschieden Ansätze in der Literatur, welche sich untereinander sehr unterscheiden. Einer davon ist von [Nort2011] und beschreibt eine Wissenstreppe, die in der Abbildung 2-6 beschrieben wird. Die unterste Stufe sind Zeichen, Daten und Informationen. Laut der Ordnungsregeln können aus Zeichen Daten werden und dabei sind Daten Symbole, die noch keine Interpretation durchlaufen haben und somit Zeichen,

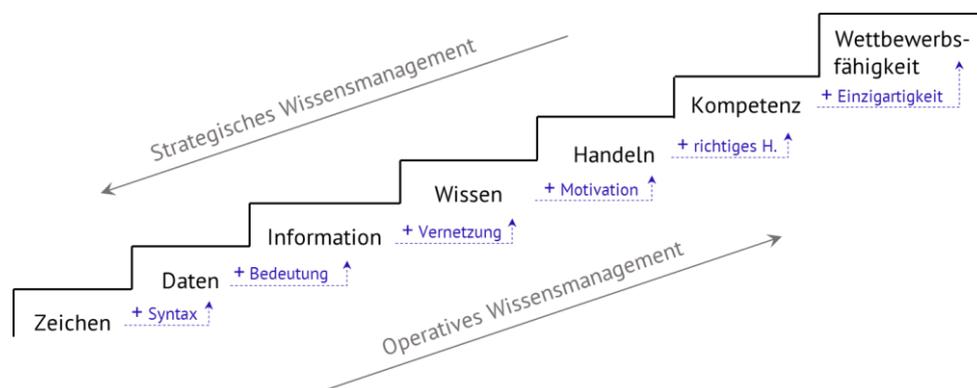


Abbildung 2-6 Die Wissenstreppe nach [Nort2011]

die mit einer Syntax beschrieben worden sind. Unter Betrachtung dieser Daten, entstehen daraus Informationen. Dadurch wurden sie in einen Kontext gesetzt und erhalten eine Bedeutung. Die nächste Stufe wäre dann das Wissen, wofür Informationen als Grundlage benötigt werden. Vernetzung von verschiedenen Informationen und deren Verarbeitung im Bewusstsein, ermöglicht das Entstehen von Wissen. Wissen ist aber gleichzeitig immer personengebunden und geprägt durch persönliche Erfahrungen der interpretierenden Person [Nort2011], [PrRR2012]. Der nächste Schritt in der Wissenstreppe ist das Handeln, das das konkrete Umsetzen bzw. Anwenden von Wissen beschreibt. Bei gezieltem und fähigen anwenden von Wissen, ist von einer Kompetenz zu sprechen, welche die nächste Stufe ist. Durch das Besitzen von Kompetenz, wird das richtige und benötigte Wissen in der Handlung verwendet. Damit unterscheiden sich z. B. der Lehrling vom erfahrenen und kompetenten Meister [Nort2011]. Die letzte Stufe ist die Wettbewerbsfähigkeit, welche als Kernkompetenz gesehen werden kann. Diese Kernkompetenzen können gleichzeitig den eigenen Wert und vor allem die eigene Wettbewerbsfähigkeit erhöhen [Nort2011].

#### 2.4.1. Abgrenzung zwischen Daten, Informationen und Wissen

Ein weiterer Ansatz zum Abgrenzen und definieren von Wissen stammt von [AaNy1995]. Im Vergleich zu North differenzieren Aamodt und Nygard nur zwischen Daten, Informationen und Wissen. Die schematische Abgrenzung ist in Abbildung 2-7 zu sehen. Als Daten sind Muster zu verstehen, ohne einen Bezug oder Bedeutung. Beispielhaft kann hier die Zeichenfolge „H“, „A“, „S“ und „E“ betrachtet werden. Einzeln betrachtet ist es ein Muster von Zeichen, das keinen Bezug oder Bedeutung zueinander hat. Für die Interpretation dieser Daten und der Aufbereitung zu Informationen wird jedoch Wissen benötigt. Informationen sind damit Daten mit einer Bedeutung und liegen in einer interpretierten Version vor. Für das vorherige Beispiel bedeutet dies, dass die Zeichen zusammengesetzt das Wort „Hase“ ergeben. Wie bereits zuvor erwähnt ist hierfür die Interpretation von Wissen notwendig und dies wäre in diesem Fall, die Kenntnis über das

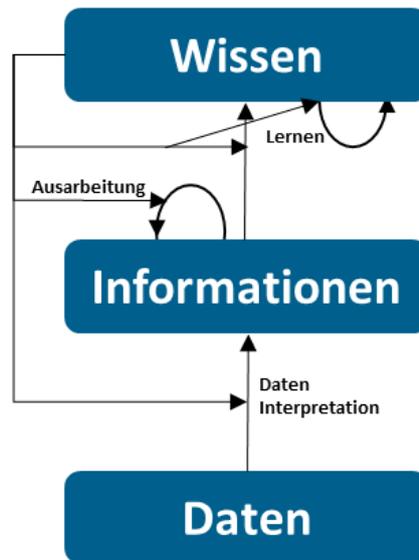


Abbildung 2-7 Das Daten-Informations- und Wissensmodell nach [AaNy1995]

Alphabet und dem Wort. Wissen sind gelernte Informationen, die bei Entscheidungen zum Interpretieren von Daten und dem Ausarbeiten von Informationen genutzt werden können, sie sind die Ressource für diesen Schritt. Es ist erwähnenswert, dass Wissen in diesen Schritten nicht verbraucht wird, sondern es zu einem Zuwachs kommt und es weiter angereichert wird. Bei diesem Schritt kann auch das Konzept und der Begriff „Lernen“ genutzt werden. Das Lernen ist gleichzeitig einer der wichtigsten Schritte, um die Souveränität bzgl. des vorhandenen Wissens aufrechtzuerhalten [AaNy1995].

Für die Definition innerhalb dieser Arbeit ist die Analyse nach [AaNy1995] genutzt worden, da sie eine klare Unterscheidung macht zwischen den drei Begrifflichkeiten und diese vor allem auch auf diese begrenzt. Dies ist für den Innovationsfokus der Arbeit äußerst wichtig und ermöglicht so auch die Abgrenzung zu Innovationswissen.

Als Innovationswissen ist Wissen zu betrachten, welches die Innovation und den gesamten Prozess dahinter unterstützen kann und eine Relevanz dafür besitzt. Eine Übersicht bzgl. des Innovationswissen ist in Abbildung 2-8 gegeben.

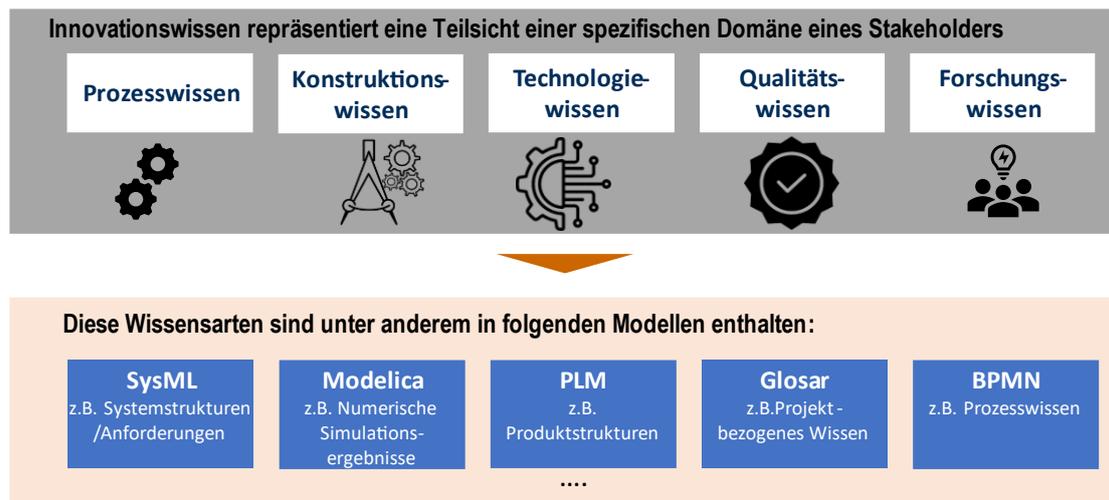


Abbildung 2-8 Potenzieller Umfang von Innovationswissen

Innovationswissen charakterisiert sich nicht durch besondere Merkmale oder Eigenschaften, die Wissensmodelle aus anderen Lebenszyklusphasen nicht aufweisen. Damit repräsentiert Innovationswissen eine Teilsicht einer spezifischen Domäne eines einzelnen Stakeholders. Mögliche Wissensmodelle, die als Innovationswissen innerhalb der Innovationsentwicklung fungieren können, sind unter anderem: CAD-Modelle, PLM-Modelle, Entwicklungswissen oder auch Systemarchitekturen. Das Wissen liegt somit auch meist in einer kodifizierten Form vor. Der Grund für die Kodifizierung ist der einfachere Austausch zwischen globalen Akteuren [AsCV2007].

#### 2.4.2. Wissensbasen und die Vernetzung von Wissen im kollaborativen Kontext

Im Kontext von Wissensgenerierung und der Wissensverwaltung ist das Vernetzen von Wissen äußerst wichtig, für eine ganzheitliche und durchgängige Verfügbarkeit von Wissen für alle Beteiligten. In dem vorherigen Kapitel hat sich bereits herauskristallisiert, dass eine erweiterte Kollaboration innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken notwendig ist. Bei Kollaboration in frühen Phasen muss unter anderem Wissen mit weiteren Stakeholdern geteilt und verarbeitet werden. Ein erweiterter Zugriff auf externes Wissen kann die eigene Innovationsfähigkeit eines Unternehmens bzw. in einem Verbund wie beim Wertschöpfungsnetzwerk erheblich verbessern [BüRa2002]. Gleichzeitig muss explizites Wissen geteilt und implizites abgelegt bzw. transformiert werden. Um all dies zu ermöglichen und einen Raum zu schaffen, in dem Wissen miteinander geteilt und verarbeitet werden kann, wird eine Wissensbasis als ganzheitlich Unterstützung entlang des Lebenszyklus benötigt. Die Wissensbasis schafft einen Raum in denen Anwender in einer geordneten, strukturierten und kontrollierten Umgebung Wissen miteinander austauschen können.

In der Literatur gibt es keine gemeinsame Begriffsdefinition für den Begriff der Wissensbasis. Oftmals wird der Begriff im Kontext von Wissensmanagement genutzt und repräsentiert eine strukturierte Sammlung von Fakten, Konzepten, Regeln und Beziehungen, die von einem System

genutzt werden, um Informationen zu repräsentieren [Amel2004]. Somit werden auch innerhalb dieser Arbeit, die Aspekte des Wissensmanagements betrachtet und mit dem übergeordneten Begriff der Wissensbasis repräsentiert.

Kohn beschreibt in seiner Arbeit zwei Konzepte, mit denen eine Wissensbasis erstellt werden kann [Kohn2014]. Zum einen kann eine Wissensbasis auf Grundlage von bestehenden Wissensquellen erstellt werden. Das bedeutet, Nutzer erhalten Zugriff auf unterschiedliche Wissensquellen bzw. auf einen partiellen Abschnitt. Dieser direkte Zugriff, z. B. mithilfe einer Schnittstelle, dient dann als Wissensbasis. Dieser erste Ansatz entspricht damit einem Wissens- oder Informationsmanagementsystems. Der zweite Ansatz entwickelt wiederum eine Wissensbasis und basiert auf den Wissensquellen. Bei diesem Ansatz ist die Wissensbasis nicht Teil der Wissensquellen. Die Wissensmodelle aus den Wissensquellen sind innerhalb der neu entwickelten Wissensbasis abgelegt und so für den Nutzer abrufbar [Kohn2014]. Beide Ansätze können getrennt voneinander zum Einsatz kommen oder auch kombiniert werden.

Für die Wissensbasis in der hier vorliegenden Arbeit würde laut Kohn eine kombinierte Version vorliegen. Zum einen wird eine Wissensbasis erstellt für den jeweiligen Anwendungsfall und mit Wissensmodellen gefüllt, was dem ersten Ansatz entspricht. Zum anderen ist die Möglichkeit gegeben, dass bestehende Wissensbasen im vollen Umfang integriert, was wiederum dem zweiten Ansatz entspricht.

Weitere Wissensbasen, die innerhalb der Entwicklung zum Einsatz kommen, sind unter anderem die persönliche Wissensbasis, die Team-Wissensbasis und die organisatorische Wissensbasis.

Die **persönliche Wissensbasis** beinhaltet eine Sammlung von eigenen Konzepten, Ideen und Gedanken, welche ein Individuum über eine bestimmte Zeit angesammelt hat. Sie hat nur einen persönlichen Einsatz, kann jedoch mit anderen geteilt werden, ist aber dann nicht in einem gemeinsamen Besitz. Weitere Nutzer können ad hoc nichts mit dem enthaltenen Wissen anfangen, da es auf persönlichen Lebenserfahrungen und Bedürfnissen des Besitzers basiert [DaVK2005]. Solch eine Wissensbasis ist dagegen sehr einfach gehalten, da durch den einzigen Nutzer kein besonderes Rollen- und Rechtemanagement benötigt wird.

Die **Team-Wissensbasis** ist eine Wissensbasis, die von mehreren Mitgliedern und Nutzern genutzt wird, welche wiederum als Bedingung haben sich in innerhalb eines Teams zu befinden. Eine solche Wissensbasis wird meist genutzt, um über alle Mitglieder eines Teams einen stets aktuellen und gleichen Wissensstand aufrechtzuerhalten. Ein Beispiel hierfür wäre ein Medizinteam, das stets jegliches Wissen über die Patienten benötigt. Das Wissen kann somit kollaborativ entstehen oder auch von einzelnen Mitgliedern abgelegt bzw. entwickelt werden. Diese Wissensbasen sind meist Themen gebunden, was wiederum auf den Teamfokus zurückzuführen ist [HáJu2010].

In der **organisatorischen Wissensbasis** besteht der größte Umfang an aktiven Nutzern, da sie innerhalb von Organisationen zum Einsatz kommt. Der Funktionsumfang erstreckt sich über das Speichern und Verteilen von wichtigem Wissen über die ganze Organisation hinweg. Das Besondere ist, dass es sowohl Organisationswissen, welches unabhängig von den Individuen ist, als auch persönliches Wissen, das meist zunächst implizit vorliegt [FeSS2009]. Für einen besseren Zugriff und Verteilung muss das importierte Wissen vernetzt werden. Hierzu kann das Wissen formal oder informell vernetzt werden [FeSS2009].

## 2.5. Ontologie- und Thesauribasierte Wissensvernetzung

Durch den Einsatz von Wissensbasen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken kann die Kollaboration gefördert werden, doch dies ist nicht ausreichend, um das volle Potenzial auszuschöpfen. Mithilfe einer Vernetzung kann der Zugriff und vor allem die Verwaltung des Wissens deutlich vereinfacht werden. Die Vernetzung kann in unterschiedlichen Formen stattfinden und dabei entweder manuell oder automatisch erfolgen. Zwei Konzepte, die auch im späteren Verlauf der Arbeit zum Einsatz kommen, sind das Nutzen von Ontologien und Thesauri.

### 2.5.1. Ontologien

Der Ursprung der Ontologie stammt aus der Philosophie und bedeutet im griechischen „Die Lehre vom Sein“ [BuHL2014], [Stro2017]. Der ursprüngliche Einsatz war angedacht als Grundgerüst für die Formulierung von philosophischer Theorien [Furr2014]. Jedoch muss für die vorliegende Arbeit der Einsatz von Ontologien innerhalb der Informatik fokussiert werden. Innerhalb der Informatik wird die Ontologie als eine „explizite Spezifikation einer gemeinsamen Konzeptualisierung“ definiert [Grub1993]. Somit wird eine Ontologie für die maschinelle Verarbeitung, Speicherung, Abfrage und Schlussfolgerung von unter anderem Wissen genutzt. Innerhalb der Informatik sind Ontologien spezifisch, dass bedeutet sie sind auf eine Anwendung spezifiziert. Gleichzeitig können sie stets weiter konkretisiert oder auch abstrahierter werden, um in einem weiteren Anwendungsfall genutzt werden zu können [Hopp2020]. Die Formulierung findet in einer formalen Computersprache statt und ist somit universell einsetzbar. Ein Beispiel hierfür ist die Web Ontology Language (OWL) des World Wide Web Consortium (W3C) [W3C2012].

Ontologien kommen auch vermehrt zum Einsatz bei der Vernetzung von Wissen bzw. der dazugehörigen Wissensmodellierung und dem Wissensmanagement [Guar1998]. Unter Betrachtung der Menge an Informationen bzw. Wissen, das im World Wide Web oder auch z. B. in einem Konzern vorhanden ist, ist eine manuelle Verarbeitung nicht möglich. Bei der Suche nach Wissen innerhalb solcher großen Wissensansammlungen, kommt es meist nicht zu einem zufriedenstellenden Ergebnis. Bei der Nutzung einer geordneten semantischen Suche, ermöglicht die spezifisch Suche nach einem Element und gleichzeitig können die dazugehörigen Relationen näher betrachtet werden. Mithilfe von inhaltlich passenden Stichwörtern wird die semantische

Suche erleichtert [HiKR2008]. Es ist erforderlich, eine Abgrenzung zwischen dem semantischen Netz und einer Ontologie zu definieren. Eine semantische Suche ermöglicht die syntaktische Suche nach ähnlichen, auch inhaltlich verwandten Treffern zu finden [Hopp2020]. Damit basiert die semantische Suche auf einem semantischen Netz. Dieses Netz verknüpft Daten, unter anderem Daten in großen Datenbanken. Das semantische Netz kann wiederum auch eine Ontologie nutzen. Die Ontologie ist ein Informationsmodell, das z. B. mithilfe der OWL erstellt worden ist und speziell Wissen modelliert hat [HiKR2008]. Damit werden in Ontologien die Regeln für Wissens-elemente und die dazugehörigen Beziehungen definiert. Dieses Konzept wird dann vor allem im Wissensmanagement verwendet.

Innerhalb der Ontologie kommen die Grundbegriffe Klasse, Relationen, Regeln oder Axiome und Instanzen zum Einsatz. Eine Ontologie kann in ein Schema und Fakten aufgeteilt werden, wie in Abbildung 2-9 zu sehen ist. Im Schema befinden sich die Klassen, Beziehungstypen und die dazugehörigen Regeln. In den Fakten sind es lediglich die Instanzen und die dazugehörigen konkreten Beziehungen zwischen Konzepten [Hopp2020].



Abbildung 2-9 Ontologie-Schema und -Fakten in Anlehnung an [Hopp2020]

Als **Klasse** sind die unterschiedlichen Begriffskategorien oder die abstrakte Beschreibung von Objekten zu verstehen. Klassen lassen sich unter anderem zu Oberklassen zuordnen oder in weitere Unterklassen aufteilen. Mithilfe der organisierten Hierarchie lassen sich Eigenschaften zwischen den unterschiedlichen Klassen vererben [JaKR2017]. Die spezifischen Eigenschaften der Klassen machen sie einzigartig und beschreiben sie gleichzeitig näher, diese werden wiederum von Attributen festgelegt. **Relationen** werden genutzt, um Beziehungen zwischen zwei oder mehreren Klassen zu definieren und sind dabei frei wählbar [JaKR2017]. Durch Kombiniert der Ansätze von Klassen, Attributen und Beziehungen, ist es möglich eine Ontologie bzw. Wissen zu modellieren. Unter **Axiome** die Grundbedingungen, welche nicht weiter explizit erläutert und begründet werden müssen zu verstehen. Sie sind somit immer gültig. Sie treffen unter anderem Aussagen über Klasseneigenschaften oder Relationen [JaKR2017]. Ontologien lassen sich nach ihrem Abhängigkeitsgrad bzw. der Aufgabenstellung Klassifizieren, zu sehen in Abbildung 2-10. Top-Level-Ontologien beschreiben ein sehr generisches Konzept und sind dabei unabhängig von einer spezifischen Aufgabe [JaKR2017]. Domänen- oder Task-Ontologien sind konkretisierte

Formen von Ontologien, die für einen spezifischen Anwendungsfall oder Domäne entwickelt worden sind bzw. sich darauf reduzieren und konzentrieren. In der Applikations-Ontologie sind Konzepte beschrieben, welche in einer dualen Abhängigkeit zu einer Domäne und Aufgabe stehen [Guar1998]. Damit wird eine weitere Spezialisierung von beiden übergeordneten Ontologien erreicht, indem die genutzten Begriffe weiter konkretisiert werden [Guar1998].

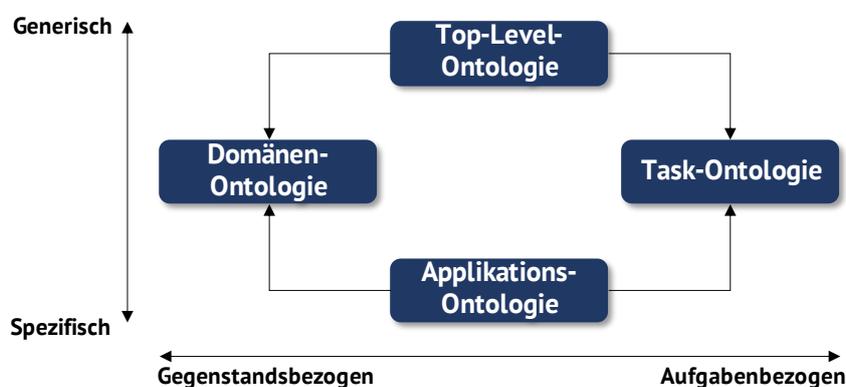


Abbildung 2-10 Klassifizierung von Ontologien nach ihres Abhängigkeitsgrades [JaKR2017]

Im Kontext dieser Arbeit wird im weiteren Verlauf eine Domänen-Ontologie entwickelt, mit dem Fokus der Entwicklung von Innovationen bei Smarten Produkten.

### 2.5.2. Thesaurus

Wissen kann nicht nur mit Ontologien vernetzt werden, sondern auch mit einem Thesaurus. Ein Thesaurus ist laut ISO 2788 ein „Vokabular einer kontrollierten Indexierungssprache, die formal so organisiert ist, dass die a priori-Beziehungen zwischen Begriffen (z. B. als „breiter“ und „enger“) explizit gemacht werden.“ [ISO2021]. Grundziel eines Thesaurus ist es, das genutzte Vokabular von zwei Gruppen miteinander zu vereinen [AiCl2004]. Sinnvoll ist die Nutzung eines Thesaurus im Kontext der Wissensbasen und dem Import von unterschiedlichen Wissensmodellen. Das hat den Hintergrund, dass bei einer Entwicklung innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes nicht nur unterschiedliche Stakeholder zum Einsatz kommen, sondern auch meist unterschiedliche Domänen. Jeder Stakeholder entwickelt zugleich nach seiner eigenen Methode und den dazugehörigen Nomenklaturen. Nicht nur einzelne Unternehmen haben unterschiedliche Nomenklaturen, sondern auch einzelne Disziplinen können unterschiedliche Begrifflichkeiten nutzen. Unterschiedliche Nomenklaturen können wiederum zu dem Problem führen, dass unterschiedliche Modelle die gleiche Thematik adressieren, jedoch in keiner Beziehung zueinanderstehen. Ein Thesaurus kann die Nutzer unterstützen, eine Harmonisierung über die unterschiedlichen Begriffe und Nomenklatur zu erhalten [MoEE2022]. Innerhalb eines Thesaurus kann sowohl eine hierarchische und nicht-hierarchische Beziehung vorhanden sein. In einer hierarchischen Thesaurus Form sind folgende Beziehungen zu nutzen [Deng2011]:

- **Hypernym:** Sind Oberbegriffe und allen anderen übergestellt

- Hyponym: Unterbegriffe, die den Hypernymen oder sich selbst untergestellt sind
- Meronym: Begriffe die, welche Teil eines anderen Begriffes sind
- Holonym: Ein Begriff, der einen anderen Begriff enthält

In einer nicht-hierarchische Thesaurus Form gibt es folgende Beziehungen [Deng2011]:

- Synonym: Wörter mit ähnlicher Bedeutung
- Antonym: Das Gegenstück zum Synonym bzw. ein Gegenwort
- Assoziationen: Ein Zusammenschluss von Begriffen

Mit beiden Arten von Beziehungen lassen sich ein Thesaurus erstellen, jedoch auch getrennt voneinander. Für den zu entwickelnden Thesaurus in dieser Arbeit wird ein nicht-hierarchische Thesaurus benötigt, um die Beziehungen hinsichtlich der Synonyme zu erstellen. Damit wird eine initiale Harmonisierung der Nomenklatur erreicht.

## 2.6. Entwicklungsphasen und ihre Einflüsse

Unter Betrachtung eines Smartes Produktes, durchläuft es die verschiedensten Phasen im Lebenszyklus der Entwicklung, bis es produziert und dann recycelt wird. Als einer der ersten Phasen sind das Roadmapping und die Invention zu betrachten. Danach übergeht die Idee aus der Invention in die Innovation über, in der sie weiter konkretisiert wird und schlussendlich in einer Produktentwicklung mündet. Im folgenden Kapitel sollen die unterschiedlichen Phasen der Entwicklung innerhalb eines Lebenszyklus betrachtet und voneinander abgegrenzt werden.

### 2.6.1. Roadmapping für die nachfolgende Produktentwicklung

Der Begriff Roadmap beansprucht in der Literatur keine einheitliche Definition, aufgrund des sehr frühen Einsatzes innerhalb der Entwicklung und der unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten von Roadmaps. Übersetzt ist unter dem Begriff Roadmap eine Straßenkarte, welche eine Route mit Zeitverlauf angibt, zu verstehen [GeSZ2017]. Es lässt sich jedoch festhalten, dass die Roadmap als Karte in der Technologieplanung der Routenplanung, einen Raum aufspannen, mit zwei Dimensionen bzw. Achsen, die sich mit Eigenschaften von Objekten und der Zeit beschäftigen.

Das Roadmapping ist unter anderem bekannt als eine Methode zur Unterstützung für die langfristige und strategische Planung. Laut [KoKT2015] besteht der Hauptfokus eines Roadmapping-Ansatzes darin, eine dynamische Verbindung zwischen Märkten, Produkten und Technologien im Laufe der Zeit zu erforschen. Bei der sehr ähnlichen Definition von [LePa2005] wird unter Roadmapping die Entwicklung von Geschäftsstrategien und die Entwicklung von zukünftigen Produkten, Märkten und Technologien verstanden. Die Definition von [PhFM2003] sieht im Roadmapping ein zeitbasiertes Mehrebenenmodell, welches ermöglicht, die Relationen und deren Auswirkungen von Technologien, Produkten und kommerziellen Perspektiven wiederzugeben.

Laut [GaBr1997] lassen sich drei Typen von Roadmaps definieren, nämlich: Roadmaps für Zukunftstechnologien, Produkt-Technologie-Roadmaps und problemorientierte Roadmaps.

Für die hier vorliegende Arbeit lässt sich festhalten, dass das Roadmapping vermehrt bei der strategischen Planung und Ausrichtung zum Einsatz kommt, dabei vor allem im Bereich der neuen Technologien und zukünftigen Produktentwicklungen. Es sollen innerhalb des Roadmapping keine konkreten Produkte umgesetzt werden, sondern neue Technologien entstehen, mit denen es ermöglicht wird, zukünftige Ideen für neue Produkte zu entwickeln. Mit dem Aspekt der konkreten Ideenentwicklung ist die Roadmappingphase beendet und geht über in die Inventionsphase. Somit wird im Kontext dieser Arbeit von einer Roadmap für Zukunftstechnologien gesprochen. Diese kommt später innerhalb der Methode zum Einsatz.

### 2.6.2. Invention innerhalb der Entwicklungsphase

Mit Abschluss des Roadmapping und der Planung der zukünftigen Technologien kann die Ideengenerierung für neue Produkte starten. Die Invention ist eine Vorstufe der Innovation und befasst sich mit der Idee. Eine Invention kann dabei geplant oder ungeplant stattfinden und stellt eine notwendige Vorstufe der Innovation dar [Ahse2010]. Laut Fageberg lässt sich konkret unter der Invention folgendes verstehen: „Eine Invention ist das erstmalige Auftreten einer Idee für ein neues Produkt oder Verfahren, während Innovation der erste Versuch ist, diese Idee in die Praxis umzusetzen.“ [Fage2009], [ToTo2008]. Jedoch ist der Übergang zwischen der Invention und Innovation fließend, von der Ideengenerierungen hin zur wirtschaftlichen Umsetzung. Gleichzeitig kann die Invention auch als Erfindung bezeichnet werden [ScWS2022], die dann im späteren Verlauf in unterschiedlichen Varianten weiterentwickelt wird und somit als Grundlage für unterschiedliche Innovationen dienen kann. Dennoch muss nicht jede entwickelte Invention zu einer Innovation weiterentwickelt werden, da viele vorher scheitern oder nie in eine konkretere Umsetzung innerhalb der Innovation kommen. Aufgrund der sehr frühen Phase, die die Invention adressiert, sind meist nur sehr wenige Akteure an der Idee beteiligt. Diese können sowohl interne als auch extern agieren und an der Idee beteiligt sein [Tayl1911]. Das liegt daran, dass es unter anderem zu früh ist für eine große externe Kollaboration. Eine mögliche Folge könnte sein der Verlust der Idee und der damit verbundenen Vorreiter- bzw. Pionierrolle. Soll die Invention zu einer erfolgreichen Innovation und Produkt umgesetzt werden, ist ein durchdachter und strenger Projektmanagementansatz notwendig für eine rasche Transformation [AhZB2010].

Inventionen können wie bereits beschrieben auch ungeplant auftreten. Dies hat zur Folge, dass bestimmte Invention nicht direkt umgesetzt werden können. Einer der Gründe hierfür könnte sein, dass Inventionen keinen direkten Anwendungsbezug haben oder der Markt noch nicht reif ist [Ahse2010].

Für die vorliegende Arbeit wird die Invention als Ideengenerierungsphase definiert, welche dagegen ein Teil der Innovationsphase ist. Sie folgt dem Roadmapping und mündet gemeinsam

in die Innovation. In der Invention werden Ideen generiert, welche unter anderem mit den Technologien aus dem Roadmapping umgesetzt werden können oder aus den Technologien stammen. Diese Idee wird dann in der folgenden Innovationsphase konkretisiert, jedoch nicht finalisiert.

### 2.6.3. Innovation innerhalb der Entwicklungsphase

Mit Abschluss des Roadmapping und der Invention Phase, kann eine Weiterentwicklung in der Innovationsphase beginnen, die dann am Ende in die konkrete Produktentwicklungsphase mündet. Entscheidend wurde dieser Begriff von Schumpeter beeinflusst, der bereits 1939 die Innovation innerhalb des Kontextes der Produktion verortete. Den Begriff der Innovation beschreibt er als eine technologische Änderung in der Produktion, die es ermöglichte, neue Märkte damit zu erobern. Dabei können unter anderem bestehende Lösungen neu miteinander kombiniert werden und einen neuen Mehrwert generieren [Schu2005]. Im Vergleich zu Innovation besitzt die Innovation einen deutlich klareren Fokus einer Markteinführung und der gleichzeitigen Marktbewahrung, dadurch muss die Idee innerhalb der Innovation weiterentwickelt werden und mit Wissen angereichert [ScWS2022]. Dennoch kommt der Begriff nicht nur in der Produktentwicklung zum Einsatz, sondern auch in weiteren gesellschaftlichen Themen, wie in der Soziologie. Damit bilden sich an die Innovation auch unterschiedliche Ansprüche und Erwartungen [Borm2011], [ScWS2022].

Laut Spur [Spur1998] lassen sich Innovationen in Form von einem Prozess oder Objekt realisieren. Dabei stammen sie wiederum aus den Bereichen: Technik, Organisation oder Gesellschaft. Innovationen können wiederum laut [VaBr2015] mit vier Merkmalen beschrieben werden: Neuheitsgrad, Unsicherheit, Komplexität und Konfliktgehalt.

An Innovationen können bereits meist mehrere Stakeholder miteinander kollaborieren, statt wie im Gegenzug bei der Invention, die allein abgehalten wird. Vor allem bei Innovationen, die sehr komplex aufgestellt sind, wie bei Smarten Produkten. Studien belegen, dass Unternehmen sich vermehrt spezifisch in den frühen Phasen der Innovation zusammentun und kollaborieren, um so die Entwicklung zu beschleunigen und gleichzeitig innovativ zu bleiben [RaBD2018].

### 2.6.4. Entwicklungsphase innerhalb der Produktentwicklung

Mit Abschluss der Innovationsphase startet die Produktentwicklungsphase, dabei ist einer der ersten Schritte die konkrete Anforderungsentwicklung an das zukünftige Produkt.

Das V-Modell aus der VDI 2206 mit seinen zahlreichen Ausprägungen ist meist der Startpunkt der Entwicklung. Größtenteils gestützt auf einem Requirements-Functions-Logical-Architecture-Physical Elements (RFLP)-Ansatz wird die Produktentwicklung entlang eines V-Modells begonnen. In seiner ersten Ausprägung fokussierte es die Entwicklung von mechatronischen Produkten [VDI-2004]. Durch die Erweiterung des Fokus, um die cyber-physischen Systeme,

erlangte die VDI 2206 eine weitere Revision [VDI-2021]. In Abbildung 2-11 ist das V-Modell in der aktuellen Fassung zu sehen. Dabei ist das V-Modell so aufgestellt, dass zunächst eine Dekomposition entlang des linken Astes stattfindet. Innerhalb der disziplinspezifischen Entwicklung kommt es zur Implementierung der Systemelemente. Entlang des rechten Astes findet wiederum eine Integration statt. Schlussendlich wird das Konzept verifiziert und gegenüber den Anforderungen validiert.

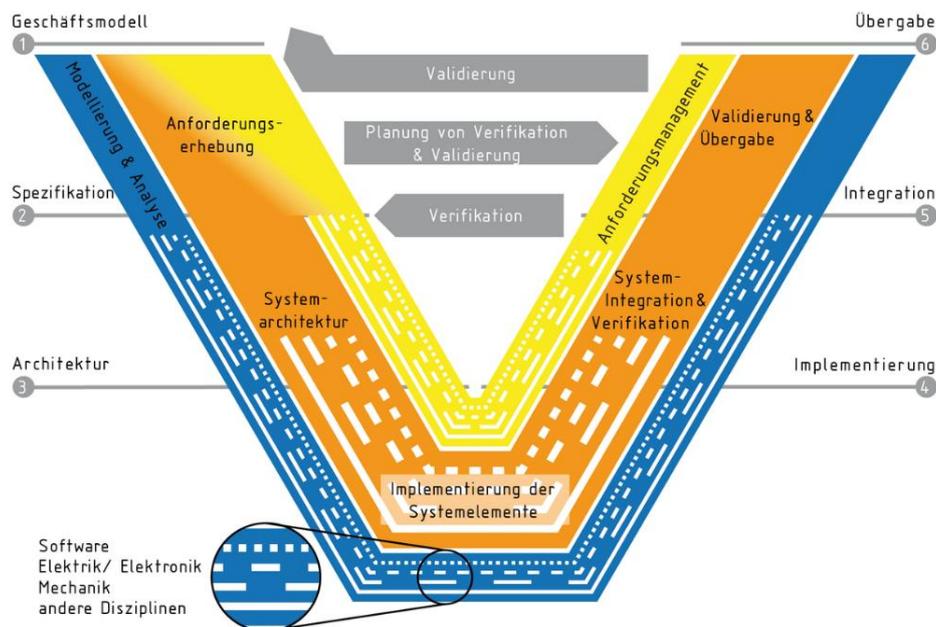


Abbildung 2-11 V-Modell 2206:2021-11 [VDI-2021]

Eine weitere Ausprägung des V-Modelles ist in der Abbildung 2-12 zu sehen, das Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung- (MVPE) Modell nach [EiRZ2014]. Entwickelt worden ist es für die Entwicklung von mechatronischen Systemen. Auch das MVPE-Modell ist sehr ähnlich wie das V-Modell der 2206 aufgebaut und beinhaltet zusätzlich einen Management-Ansatz entlang des Lebenszyklus.

Ein Fokus auf den linken Ast des MVPE-Modells ist lohnend, da es die Schnittstelle zu der vorherigen Phase ist. Dies ist in diesem Falle die Innovation und gleichzeitig meist die erste Kollaboration der Stakeholder innerhalb der *Modellbildung und Spezifikation*. Dabei wird die Systemarchitektur und -verhalten beschrieben, jedoch auf einer qualitativen weiße. Die nächste Phase befasst sich mit der *Modellbildung und den ersten Simulationen*. In dieser Phase werden die quantitativen Aspekte berücksichtigt und integriert, in Form von Modellen, die vernetzt und simuliert werden können. In der letzten Phase liegt der Fokus auf die *disziplinspezifische Modellbildung und Simulation*. Nun werden die initialen Modelle und Simulationen ausgeweitet und ausführlich modelliert und simuliert. Mithilfe von spezifischen Modellierungstools lassen sich die Entwicklungsergebnisse verfeinern [EiRZ2014]. Mit Betrachtung des linken Astes und der frühen Phase ergeben sich die Anforderungen für die benötigten Resultate aus der

Innovationphase. Innerhalb dieser frühen Phase wird meist auf vorherigen Arbeiten aufgebaut oder nutzt das Wissen, welches durch den Innovationsprozess aufgebaut worden ist.

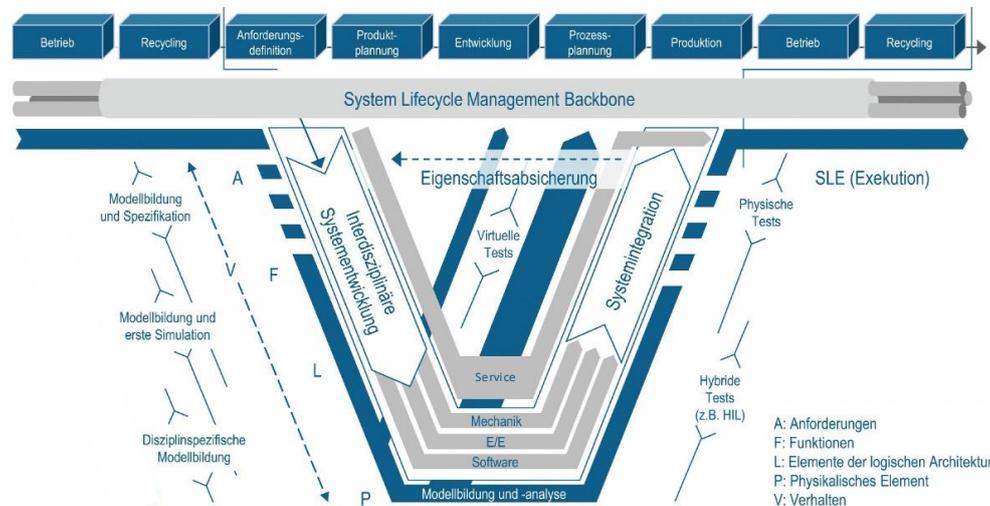


Abbildung 2-12 Modellbasierte Virtuelle Produktentwicklung- (MVPE) Modell [EiRZ2014]

### Fazit

Durch die sorgfältige Ausarbeitung einer Zusammenfassung und einer detaillierten Erläuterung der genutzten grundlegenden Themen ist es jetzt möglich, dem Leser ein kohärentes Verständnis der präsentierten Themen und Begriffe zu vermitteln. Diese gründliche Darstellung ist unerlässlich, da einige der verwendeten Begriffe einen Interpretationsspielraum lassen und somit zu Fehlinterpretationen führen könnten. Nun können die Leser auf ein gemeinsames Verständnis bzgl. Smarte Produkte, Kollaboration oder Wissen zugreifen. Unter anderem durch die Betrachtung der unterschiedlichen und einzelnen Phasen entlang der Entwicklung, konnte genau beschrieben werden, mit was sich die Innovation beschäftigt und wie sie sich von den weiteren Phasen abgrenzen lässt. Die Abgrenzung zur Invention und Roadmapping sind essenziell, da im zu entwickelnden Ansatz eine teilweise Integration der Invention innerhalb der betrachteten Innovation kommt. Gleichzeitig wurden für alle thematisierten Bereiche die Bedarfe hinsichtlich des zu entwickelnden Ansatzes beleuchtet.

### 3. Stand der Technik

Im darauffolgenden Abschnitt ist es Ziel, eine umfassende Betrachtung verschiedener Ansätze vorzunehmen, um ein breites Spektrum potenzieller Lösungswege zu erfassen. Hierzu wird eine systematische Unterteilung in verschiedene Themengebiete vorgenommen, um eine gründliche Analyse zu ermöglichen. Die folgenden Bereiche stehen hierbei im Fokus der Untersuchung: Innovationskollaboration innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken, die Vernetzung von Wissen im Kontext Smarte Produkte sowie das Wissensmanagement und die -generierung im Kontext von Wertschöpfungsnetzwerken. Insgesamt zielt diese Analyse darauf ab, einen umfassenden Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten zur Förderung von Innovationen und Wissensaustausch in Wertschöpfungsnetzwerken zu bieten und potenzielle Ansatzpunkte für weitere Forschung und praktische Anwendungen aufzuzeigen.

#### 3.1. Ansätze für kollaborative Innovationsprozesse

Diverse Ansätze fokussieren die Entwicklung innerhalb der Innovationsphase und möchten dabei die Zusammenarbeit bzw. die Kollaboration unter den beteiligten Stakeholdern unterstützen. Diese Zusammenarbeit wird meist auf eine Methode gestützt, um das Vorgehen abzusichern und zu gewährleisten. Für diese Dissertation ergeben sich Anforderungen aus den Bereichen:

- Sicherung der Innovationsmethode und-prozess
- Garantie der Kollaboration und gleichzeitige Förderung
- Wissensmanagement und -vernetzung

Um das maximum der möglichen Ansätze zu belichtet, werden auch Ansätze aus weiteren Entwicklungsphasen betrachtet. Somit können Konzepte adaptiert werden und in die Innovationsphase übertragen werden.

##### 3.1.1. 4-Zyklen-Modell nach Gausemeier

Das 4-Zyklen-Modell nach Gausemeier [GaAD2014] kann als eine Erweiterung des zuvor entwickelten 3-Zyklen-Modell betrachtet. Wohingegen das 3-Zyklen-Modell nur das Produkt betrachtet, wird hingegen beim 4-Zyklen-Modell auch die Dienstleistungsentwicklung bereits in diesen frühen Phasen betrachtet. Wie in Abbildung 3-1 zu sehen, ist der Prozess in vier Zyklen aufgeteilt und beginnt mit der Strategischen Produktplanung.

Der Zyklus umfasst die Potenzialfindung, Produktfindung, Geschäftsplanung und Produktkonzipierung. Mithilfe von Methoden wie die Szenario-Technik oder Trendanalysen werden zukünftige Erfolgspotentiale ermittelt. Dies entspricht etwa einem Innovationscouting mit der dazugehörigen Absicherung hinsichtlich des Erfolges. Komplettiert wird dieser Innovationsschritt mit der Produktfindung, in der neue Produkt- und Dienstleistungsideen ausgewählt werden. Für eine sichere Umsetzung wird der Zyklus mit der Erstellung einer

Geschäftsstrategie und bzw. einem Geschäftsmodell, welches in eine Produktstrategie mündet, abgeschlossen. Der erste Zyklus entspricht einer späten Invention und frühen Innovationsphase. Gleichzeitig sind die Zyklen nicht als ein meilensteingetriebenes Vorgehen zu betrachten, sondern in Form von Zyklen, bei denen die Zyklen auch wiederholt werden können [GaAD2014].

Der zweite Zyklus betrachtet die Produktentwicklung und setzt sich als Ziel, die einzelnen Teillösungen aus den verschiedenen disziplinspezifischen Entwicklungen innerhalb einer Gesamtlösung zu integrieren. Durch die vollständige Integration in einem Modell wird ein Virtuelle Produkt erstellt, mit dem im weiteren Verlauf komplementäre Tests und Simulationen abgehalten werden können [GaAD2014].

Die Dienstleistungsentwicklung repräsentiert den dritten Zyklus, mit dem übergeordnetem Ziel eine Idee bzgl. einer Dienstleistung bis zur Marktreife weiterzuentwickeln. Zunächst muss die Dienstleistung konzipiert, geplant und integriert werden, mithilfe der Integration von Prozessen, Werkzeug und dem Personal.

Im letzten und vierten Zyklus werden die Produktionssysteme entwickelt. Aspekte wie die Planung von Arbeitsabläufen, Arbeitsmitteln, Arbeitsstätten und der Produktionslogistik sind Bestandteil dieses Zyklus. All diese Konzepte müssen ermittelt und in Form eines Modells abgebildet werden, womit eine Virtuelle Produktion erstellt wird.

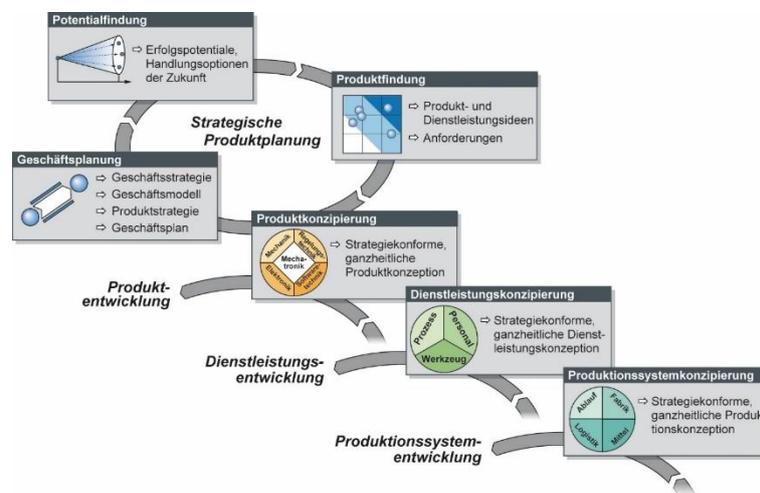


Abbildung 3-1 Das 4-Zyklen-Modell nach Gausemeier [GaOA2016]

### Fazit

Das 4-Zyklen Modell ermöglicht einem eine durchgängige Entwicklung von der Invention bis hin zur Produktion. Mithilfe des zyklischen Vorgehens kann vor allem ein iteratives Verbessern der Lösung ermöglicht werden, was zu einer deutlich höheren Qualität der Lösung führen kann. Innerhalb der unterschiedlichen Zyklen wird kontinuierlich neues Wissen generiert, jedoch nicht verwaltet oder abgelegt. Gleichzeitig wäre eine weitere Ausführung der frühen Phase erforderlich, wie diese im Zusammenspiel mit weiteren Stakeholdern agieren würden, statt eines Ablaufes in

z. B. einem einzelnen Unternehmen. Dennoch ist eine klare Übergabe zwischen den Phasen erläutert, vor allem zwischen der Strategischen- und der konkreteren Produktentwicklungsphase. Des Weiteren werden mit der spezifischen Dienstleistungsentwicklung auch Aspekte der Smarten Produkte berücksichtigt.

### 3.1.2. Roadmapping im Innovationsmanagement nach Amati

Der Beitrag von [AmMV2020] beschreibt einen Technologie-Roadmapping-Ansatz innerhalb dem Unternehmen Pirelli, für die innovative Entwicklung von neuen Produkten. Für eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit ist es unerlässlich, für ein Unternehmen wie Pirelli, seine Forschungsaktivitäten zu bündeln und zu managen. Basierend auf vorherigen Roadmapping Ansätzen wurde ein Spezifischer für Pirelli entwickelt.

Der Technologie-Roadmapping-Ansatz ist in Abbildung 3-2 im kompletten Verlauf abgebildet und erstreckt sich von der Auswahl der Produktidee bis hin zur Übergabe in die Produktentwicklung. Zu Beginn werden Entwicklungsleiter, Manager und Experten aus verschiedenen Bereichen und Hierarchieebenen ausgewählt, um an der folgenden Entwicklung beteiligt zu sein. Es ist zu erwähnen, dass die Beteiligten dabei vor allem aus unterschiedlichen Entwicklungsbereichen kommen, wie dem Motorrad- oder Autosegment.

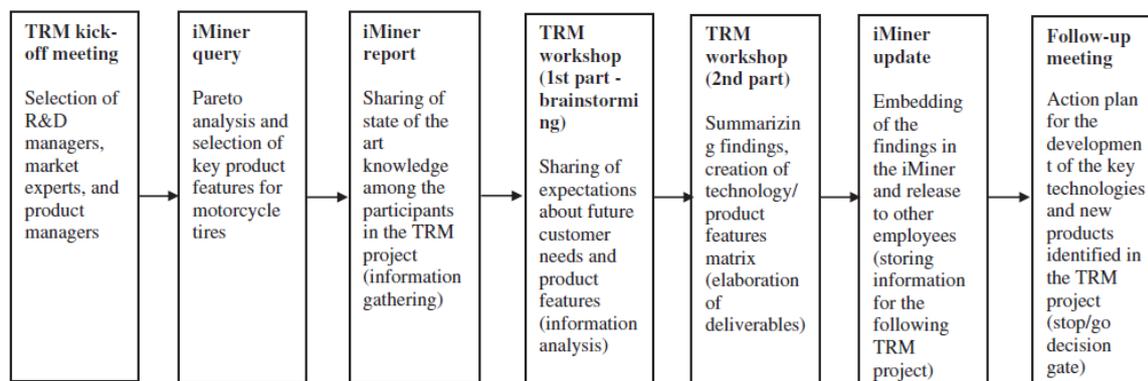


Abbildung 3-2 Technologie-Roadmap am Fallbeispiel eines Motorradreifen [AmMV2020]

Der gesamte Prozess ist auf eine Datenbank gestützt, welche als Innovation Miner (iMiner) bezeichnet wird und Wissen und Informationen aus dem Unternehmen beinhaltet. Mithilfe des iMiner werden dann zukünftige Prognosen bzgl. neuer Trends und Anforderungen ermittelt, welche in den zukünftigen 5 Jahren relevant sein könnten. Damit unterstützt der iMiner, nach Prinzip eines Stage-Gate-Innovationsprozesses, die benötigte Wissensbeschaffung. Diese Erkenntnis wird dann an alle Beteiligten des Technologie-Roadmapping-Ansatzes verteilt und vorab von den Beteiligten bewertet. In Form eines Workshops werden dann alle Beteiligten zusammengebracht und in zwei Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe wird von einem Marketingmanager und einem Technologie-Roadmapping-Mitglied geleitet. Jede der Gruppen bekommt unterschiedliche, zukünftige Features zur Bewertung und Analyse. Durch die unterschiedliche Besetzung in den Gruppen kann eine Symbiose zwischen den Beteiligten

entstehen, wodurch ein gegenseitiges Profitieren entsteht, statt eines Konkurrenzkampfes. In einem Folgeworkshop werden die Ideen nochmals bewertet und zusammengefasst. Initiale Anreicherung der bestehenden Wissensstände mit ergänzenden Wissensständen von den spezifischen Abteilungen werden abgehalten. Im nächsten Schritt wird dann die iMiner Datenbank mit den neuen Erkenntnissen befüllt und upgedatet. Das Ziel dahinter ist die Wiederverwendbarkeit für zukünftige Projekte. Abgeschlossen wird der Technologie-Roadmapping-Ansatz mit der Entwicklung eines Aktionsplanes für die nachfolgende Produktentwicklung. Finalisiert wird diese mit der klaren Definition von Stop/Go-Entscheidungen innerhalb der Entwicklung [AmMV2020].

### *Fazit*

Der gesamte Prozess agiert innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes, welches wiederum nur innerhalb eines Unternehmens stattfindet. Dennoch sind die unterschiedlichsten Stakeholder beteiligt und bringen ihren Input ein, was abermals vereinfacht ist durch die gleiche Unternehmenszugehörigkeit. Der Ansatz ermöglicht es, eine Innovationsidee zu kreieren und sie weiterzuentwickeln für die Übergabe in die Produktentwicklung. Ansätze bzgl. der genauen Verwaltung des Wissens und Vernetzung sind nicht erläutert. Gleichzeitig ist der Ansatz für den Nutzen in einem multilateralem Wertschöpfungsnetzwerk nicht ausgelegt.

### 3.1.3. Open Innovation nach Chesbrough

Das Konzept der Open-Innovation wurde von Chesbrough maßgeblich entwickelt und beeinflusst. Das Gegenstück zur Open-Innovation ist die Closed-Innovation, welche meistens angewendet wird und hinter verschlossenen Unternehmensgrenzen stattfinden. Unter der Open Innovation ist die Öffnung der Unternehmensgrenzen, dabei aber in beide Richtungen wiederum zu verstehen. Es ist möglich sowohl externe Ideen im eigenen Unternehmen zu nutzen als auch eigene Ideen nach außen zu tragen [Ches2003]. Der Ansatz wurde nochmal von Enkel verfeinert und damit die Open-Innovation in drei Kernprozesse unterteilt:

- Outside-in
- Inside-out
- Coupled

Unter einer **Outside-in** Open Innovation werden externe Ressourcen in den eigenen Innovationsprozess integriert [Enke2009]. Hauptsächlich werden jedoch Wissensquellen ins eigene Unternehmen integriert, dabei aber auch Disziplinen übergreifend. Dadurch kann eine Wissensbasis erstellt werden, welche für die Innovationsentwicklung genutzt werden kann. Dieser Prozess kommt vor allem bei sehr wissensintensiven Innovationen oder Unternehmen zum Einsatz.

Der **Inside-Out** Prozess ermöglicht, die eigenen Kompetenzen und Technologien in externen Märkten zu kommerzialisieren. Gründe hierfür sind unter anderem die Investition in Start-Ups und den Aufbau dieser für eine mögliche zukünftige Integration ins eigene Unternehmen. Gleichzeitig können dadurch intern entwickelte Technologien weiter oder sogar besser vermarktet werden, als über die eigenen Fähigkeiten. Dies ist vor allem der Fall bei Start-Ups, welche dann Teil einer Innovation sind von einem großen und etablierten Unternehmen mit deutlich größeren Ressourcen in den Bereichen Entwicklung und Vermarktung. Firmen, die den Inside-Out Prozess nutzen, sind meist in der Grundlagenforschung aktiv und vermarkten ihre Ergebnisse bzw. reduzieren gleichzeitig ihr Entwicklungskosten [Enke2009].

Der letzte Ansatz ist der **Coupled**-Prozess, welcher eine Kombination der beiden vorherigen Ansätze realisiert. Dadurch wird eine gemeinsamer Entwicklungs- und Innovationsprozess über mehrere Stakeholder realisiert. Dieser kann sich von der Ideengenerierung bis hin zur Vermarktung erstrecken. Das Konzept findet vor allem in Unternehmensallianzen statt, um die Wettbewerbsposition zu verbessern, das eigene Risiko zu mindern und die gesamte Entwicklungszeit zu reduzieren. Innerhalb des Coupled-Prozesses kommt es zu einer Kollaboration zwischen den beteiligten Stakeholdern, wobei Wissen ausgetauscht wird. Durch den regen Wissensaustausch und der Kombination der Kompetenzen kann gleichzeitig neues Kontextwissen mit Bezug zur Innovation entstehen [Enke2009].

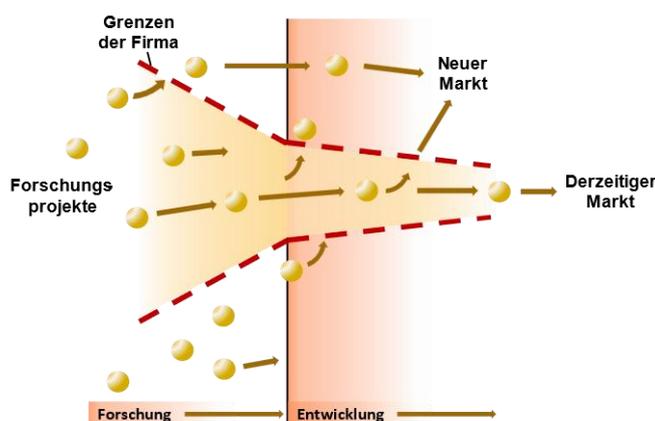


Abbildung 3-3 Open-Innovation Ansatz in Anlehnung an [Ches2003]

Der Open-Innovation Prozess ist gekennzeichnet durch den trichterförmigen Verlauf bis hin zur Konstante in der Entwicklung, wie in Abbildung 3-3 zu sehen ist. Durch den Trichter zu Beginn kann das Maximum an beteiligten Stakeholdern erreicht und die Innovationsentwicklung unterstützt werden, dabei ist es egal welcher der vertiefenden Ansätze gewählt wird. Mit der Übergabe in die Produktentwicklung entsteht ein konstanter Verlauf, der durch die Auswahl und Begrenzung der Stakeholder hervorgerufen wird. Ist die Innovationsidee mit den dazugehörigen Konzepten finalisiert, bedarf es nur noch einen konkreten Austausch mit den beteiligten Stakeholdern.

### Fazit

Von den drei Ansätzen ist der Coupled-Prozess am sinnvollsten bei der Entwicklung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken. Dabei wird vor allem die gemeinsame Wissensverteilung und -generierung fokussiert. Eine Auswahl der Beteiligten findet aber wiederum leider meist nur zwischen bereits bekannten Stakeholdern statt und erschwert damit die Integration von komplett neuen Stakeholdern. Dem Open-Innovation-Ansatz fehlt leider ein konkretes Vorgehen innerhalb der Innovation. Dieser muss meist individuell von den Nutzern festgelegt werden, was dennoch den Vorteil der Individualität hat.

#### 3.1.4. Arena2036

Innerhalb des Konzeptes ARENA2036, welches ein Cluster aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Unternehmen und Forschungseinrichtungen ist, wurde ein neuer und angepasster Entwicklungsprozess entwickelt. Innerhalb von ARENA2036 wurden die Forschungsbereiche Materialien und Konstruktion, Produktion und Forschungsfabrik sowie Simulation und Digitaler Prototyp adressiert. Dabei ist der neue Entwicklungsprozess oder Innovationsprozess kein Klassischer, wie in der folgenden Abbildung zu sehen ist, sondern beginnt bei einer Wertschöpfungsnetzwerk übergreifenden Planung und mündet dann in die

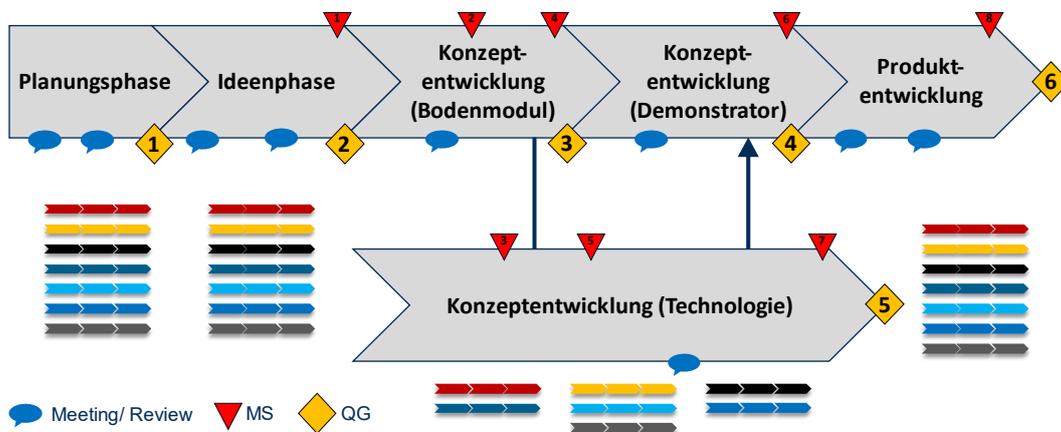


Abbildung 3-4 Übergeordneter Entwicklungsprozess in ARENA2036 [GrNO2022]

Produktentwicklung. Das gesamte agierende Netzwerk wird hinsichtlich Organisation und Finanzen von einer übergreifenden Rolle verwaltet [GrNO2022].

Entlang des gesamten Entwicklungsprozesses sind unterschiedliche Review-Points, Meilensteine und Quality Gates verteilt. Diese dienen der Sicherung der Projektstruktur und Qualität innerhalb der Entwicklung. Gleichzeitig ist der gesamte Ablauf sehr flexible aufgestellt, um damit das freie Denken und die Kreativität zu fördern. Der Prozess ist in sechs übergeordnete Phasen eingeteilt, die weitere verfeinernde Arbeitspakete beinhalten. Damit wird eine höhere Transparenz erreicht und ein leichteres Verständnis der beteiligten Stakeholder.

Zu Beginn startet die Planungsphase mit dem Arbeitspaket der Anforderungsdefinition an die dementsprechende neue Innovation. Im zweiten Arbeitspaket wird der aktuelle Stand der Technik innerhalb der beteiligten Partner des Wertschöpfungsnetzwerkes gesichtet. Zeitgleich startet das dritte Arbeitspaket, welches einen Übergang in die Ideenphase vorbereitet. Innerhalb der Ideenphase findet zunächst eine Ideenfindung und eine anschließende Bewertung statt. Die beste Idee wird dann übertragen in die Konzeptentwicklung. Die Konzeptentwicklung teilt sich dabei in drei Bereiche auf: Bodenmodul, Demonstrator und Technologie. Zunächst starten parallel die Bodenmodule und Technologieentwicklung, wobei die Technologieentwicklung weiterläuft und parallel zur Entwicklung des Demonstrators endet. Ist das Konzept entwickelt, mündet es in der Produktentwicklung, wo es in einem konkreten Produkt für den Markt realisiert wird [GrNO2022].

### *Fazit*

Durch die frühe kollaborative Entwicklung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken wird eine viel höhere Innovationskraft und vor allem Beschleunigung innerhalb der Entwicklung erreicht. Das Managen einer übergeordneten Rolle ermöglicht den schnellen Fortschritt und kann Konfliktpotenziale vorab entschärfen oder besser kontrollieren. Gleichzeitig ermöglicht die Verfeinerung der übergeordneten Prozesse, zu einer deutlich besseren Transparenz und Verständnis beim Anwender. Dennoch fehlt ein Konzept zur Wissensverteilung bzw. der betrachtete Forschungsbereich fokussiert ausschließlich die Umsetzung von neuen Produktideen.

### 3.1.5. Ansatz nach Bergman für Open Innovation Prozesse

Bergman beschreibt in seinem Ansatz [BEJS2009] einen Prozess zur Kollaboration innerhalb der Innovation, mit dem Ziel der Wissensgenerierung. Der gesamte Prozess erstreckt sich über vier übergeordneten Phasen, mit jeweiligen Subprozessschritten für die Verfeinerung. Mit diesem Ansatz soll ermöglicht werden, unterschiedliches spezifisches Disziplinenwissen innerhalb einer interdisziplinären Entwicklung zu integrieren. Gleichzeitig wird durch den Prozess eine disziplinübergreifende Kollaboration ermöglicht. Der Ansatz fokussiert nicht einen Entwicklungsprozess der Innovation an sich, sondern die Entwicklung und Bereitstellung des Wissens für die Innovation und somit die Kollaboration unter den Beteiligten [BEJS2009].

#### **Phase 1: Bildung der Gruppe für den Wissensaustausch, Hintergrundanalyse und Eingrenzung des Fokus**

Zu Beginn werden Gruppen erstellt, mit den beteiligten Stakeholdern, die unter anderem aus Experten aus den verschiedensten Disziplinen bestehen. Die Gruppenmitglieder geben dabei einen Einblick in ihre erste Einschätzung bzgl. der Innovation. Des Weiteren wird eine gemeinsame Wissensbasis angelegt, eine einheitliche Sprache festgelegt und die Methode bzw. Praktiken bei der Entwicklung. Wichtig ist, dass die gemeinsame Vision erstellt und bestehende Wissenslücken anschließend untereinander gefüllt werden [BEJS2009].

## **Phase 2: Wissenskollaboration innerhalb der Gruppen**

In dieser Phase wird das relevante Wissen mit den anderen Stakeholdern geteilt und ein Einblick ermöglicht. Die Gruppe unterstützt sie dabei mit ihrer Struktur und der Wissensbasis. Ziel ist es, einen finalen, einheitlichen Wissensstand zu erhalten. Bei der Detektion von fehlendem Wissen können weitere neue Stakeholder integriert und somit neues Wissen eingebracht werden. Nach einer Prüfung und Bestätigung der Relevanz können sie in die bestehende Gruppe vollumfänglich integriert werden. Mit Abschluss der Gruppe kommt es zu einer Bewertung des bestehenden Wissensstandes und einer abschließenden Bündelung in unterschiedlichen Szenarien [BEJS2009].

## **Phase 3: Szenarioentwicklung**

Mit den zuvor detektierten Szenarien werden neue Gruppen bzw. Szenarios gebildet und mit den relevanten Stakeholdern besetzt. Mithilfe der Vision und Zukunftsplanung der Stakeholder lassen sich alternative Szenarios bilden. Dadurch können neue und in der Zukunft relevante Geschäftsfelder identifiziert werden und gleichzeitig eine Logik bzw. die neuen Innovationen drumherum organisiert werden [BEJS2009].

## **Phase 4: Implementierung der Szenarien**

Ähnlich wie beim Open-Innovation Ansatz, findet auch hier innerhalb der unterschiedlichen Szenarien ein Wissensaustausch, mit dem gemeinsamen Ziel der Innovationsentwicklung statt. Mithilfe der Szenarien können Open-Innovation ähnliche Konstrukte entwickelt werden, womit Zugang zu seinem Wissen gegeben wird und gleichzeitig Wissen importieren kann. Mithilfe der entwickelten Szenarien lassen sich nun konkrete Innovations- und Geschäftsideen realisieren. Einzelne Teilinnovationen können dann wiederum von den Stakeholdern aufgegriffen und im eigenen Unternehmen umgesetzt werden [BEJS2009].

### *Fazit*

Mithilfe des Ansatzes von Bergmann lassen sich eine Vielzahl von unterschiedlichen Stakeholdern zusammenbringen und einheitlich Wissen austauschen. Vor allem der Aspekt der Integration von unterschiedlichen Disziplinen würde es auch ermöglichen, komplexere Innovationen umzusetzen, wie bei Smarten Produkten. Die Separierung in unterschiedlichen Szenarien bringt auf der einen Seite eine vertrautere und kleine Umgebung zum Wissensaustausch mit sich. Auf der anderen Seite beschränkt es den Zugang auf die große Sicht und die weiteren Stakeholder, die nicht Teil dieses spezifischen Szenarios sind.

### **3.1.6. Value Network Design for Innovations nach Kage**

Der Verlauf einer Innovation kann sehr von der Auswahl der beteiligten Stakeholder beeinflusst werden. Bei kontinuierlich Betrachtung desselben Kreises an Partnern, kann keine vollständige Ausschöpfung der Potenziale ermöglicht werden. Es muss ermöglicht werden, einen noch nicht

bekanntem Stakeholder innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes zu integrieren. Mit dem Ansatz von Kage lassen sich Wertschöpfungsnetzwerke aufstellen für die Innovation und zeitgleich die passenden Stakeholder auswählen, mit einem integrierten Subprozess [KaDG2016].

Der Prozess für die Bildung des Innovationswertschöpfungsnetzwerkes ist auf vier Prozessschritte aufgeteilt. Die erste Phase startet mit der **Bestimmung des Kooperationsbedarfs**. Hierbei besitzt ein Unternehmen den Bedarf nach neuen Innovationen und hat zeitgleich mehrere Ideen aus der Forschung. Zunächst wird eine Idee favorisiert und mit den eigenen Kompetenzen im Unternehmen verglichen. Damit kann bestimmt werden, welche Kompetenz durch das Unternehmen selbst realisiert werden kann bzw. wo Bedarf von extern besteht. Dafür wird unter anderem eine Dekomposition der Funktionen

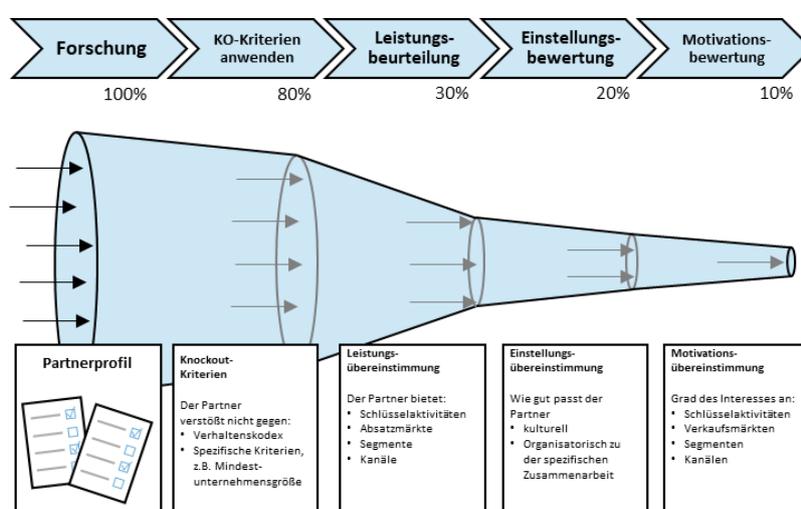


Abbildung 3-5 Prozess für die Partnerauswahl nach [KaDG2016]

vorgenommen, für eine bessere Bewertung. Die **Partnerauswahl** in der zweiten Phase wird mithilfe des eigenständigen Prozesses aus Abbildung 3-5 unterstützt. Die ersten zwei Schritte der Partnerauswahl beschäftigen sich mit einer Vorauswahl der Stakeholder. Zunächst wird vom Treiber der Innovation eine Anforderungsbeschreibung mit den neu benötigten Kompetenzen veröffentlicht, woraufhin sich Unternehmen auf diese bewerben können. Für eine bessere Auswahl werden nun vom Treiber Ausschlusskriterien verfasst, mit denen eine initiale Stakeholderauswahl getroffen werden kann. In der nächsten Phase geht es um die **Evaluierung der Partner**. Alle verbleibenden Unternehmen sind bereits mit einer Skala bewertet, aufgrund der Erfüllung der Kompetenzen aus der Anforderungsbeschreibung. Zeitgleich werden alle Stakeholder hinsichtlich ihrer Motivation, Einstellung und Performance bewertet, wobei dann die finale Auswahl auf diesem Ergebnis basiert. Mit Verlauf der Bewertung und Hinzuziehen von weiteren Faktoren, ist zu sehen, wie der Auswahltrichter sich immer weiter verfeinert. In der letzten Phase geht es um die **Planung der Umsetzung**. Mithilfe von Algorithmen lassen sich einzelne Bündel aus einzelnen Partnerunternehmen kombinieren und bewerten. Ziel ist es, das Bündel aus Partnern so klein wie nötig zu halten, aber so effizient wie möglich zu gestalten, da mit

einem großen Wertschöpfungsnetzwerk auch die Koordination und Komplexität steigt. Resultierende Bündel werden dann final bzgl. der Wettbewerbs- und Charakterfähigkeit bewertet. Dadurch wird eine Empfehlung für ein Wertschöpfungsnetzwerk und den passenden Stakeholdern für eine Innovationsidee angeboten.

### Fazit

Mit dem Ansatz von Kage ist es möglich relevante Stakeholder zu identifizieren, vor allem auch welche, die nicht zuvor mit einem kollaboriert haben. Dadurch wird einem ein deutlich erweiterter Zugang zu einem Spektrum an potenziellem Wissen ermöglicht. Das finale Ergebnis ermöglicht es dem Besitzer der Innovationsidee, seine Innovation innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes umzusetzen. Dennoch bleibt ungewiss, wie genau der weitere Verlauf in der Innovation stattfinden muss oder wie vorab Wissen miteinander ausgetauscht werden kann, sodass eine Kombination von Kompetenzen unter den Bewerbern stattfinden kann.

### 3.1.7. Sechs-Ebenen-Kollaborationsmodell nach Leinmeister

Die Methode des Collaboration Engineering nach Leimeister fokussiert die schrittweise Förderung der gemeinsamen Kollaboration. Das Collaboration Engineering setzt sich aus sechs Themenfeldern, welche hierarchisch voneinander abhängig sind und jeweils in Relationen stehen und somit die nachfolgenden Ergebnisse immer beeinflussen können, zusammen. Dadurch kann keines der Themenfelder einzeln betrachtet werden. In der ersten Ebene des Sechs-Ebenen-Kollaborationsmodelles in Abbildung 3-6 werden die **Kollaborationsziele** definiert. Alle weiteren

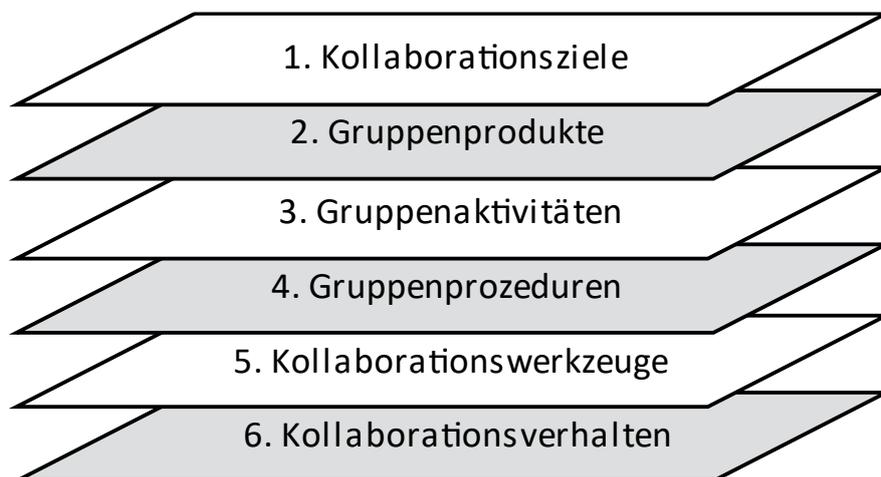


Abbildung 3-6 Das Sechs-Ebenen-Kollaborationsmodell nach Leinmeister [Leim2014]

Ziele und Ebenen sind hiervon abhängig. Fragen, die unter anderem geklärt werden, sind z. B.: Was ist das Ziel der Gruppe? Was sind die einzelnen Absichten der Beteiligten? Somit wird vorab festgelegt, was am Ende als Ergebnis zu erwarten ist von allen Beteiligten. Die **Gruppenprodukte** bilden die zweite Ebene. Aspekte, wie die materiellen und immateriellen Artefakte, werden auf Basis der ersten Ebene definiert. Es ist erforderlich, dass die Produkte vor dem

Kollaborationsprozess präzise qualitativ und quantitativ beschrieben sind [Leim2014]. Der Grund hierfür ist die folgenden Ebene, welche eine solch frühe Präzisierung erfordert. Themen, wie kann die benötigte Qualität gewährleistet werden oder was ist hierfür dann notwendig, sind hier als Ergebnis zu erwarten [Leim2014].

Die **Gruppenaktivität** repräsentiert die dritte Ebene und fokussiert die Teilaufgaben der einzelnen Akteure, welche benötigt werden zur Erfüllung des Gruppenzieles und der dazugehörigen Produkte [Leim2014]. Es besteht eine sehr enge Abhängigkeit zu den zwei Ebenen zuvor und aus diesen resultieren auch die Teilaufgaben in dieser dritten Ebene. Als Kernfrage lässt sich festhalten: „*Was getan werden muss, um das zuvor definierte Gruppenziel zu erreichen?*“.

Die vierte Phase, der **Gruppenprozeduren**, umfasst das Muster der Kollaboration. Kollaborationstechniken werden definiert, welche für die zuvor definierten Aktivitäten benötigt werden. Aktivitäten, welche in den Ebenen zuvor definiert wurden, werden in dieser vierten Ebene mithilfe der Muster der Kollaboration verfeinert und konkretisiert.

In der vorletzten Ebene, der sogenannten **Kollaborationswerkzeuge**, werden Systeme und vor allem Artefakte genutzt, welche zwingend erforderlich sind für die Durchführung der zuvor definierten Arbeitsvorgänge [Leim2014]. Damit erfolgt eine Auseinandersetzung mit Werkzeugen, die die Kollaboration unterstützen. Dies wäre unter anderem das Design oder die Entwicklung von Hilfsmitteln.

Die letzte Ebene ist die des **Kollaborationsverhaltens**, welche sich mit den Aktionen der Akteure und den dazugehörigen Werkzeugen zur Erreichung des Gruppenziels befasst. Dabei kann sich das Kollaborationsverhalten der Akteure strukturiert oder unstrukturiert entwickeln. Das Ziel des Collaboration Engineering ist jedoch ein Aufbau eines strukturierten Kollaborationsprozesses.

### *Fazit*

Mit dem Ansatz von Leimeister ist es möglich, die Kollaboration zu strukturieren und vor allem zu koordinieren. Eine Förderung der Kollaboration kann hiermit erreicht werden, bei ausreichender Motivation der Teilnehmer. Dies ist auch ein Aspekt, der einen besonderen Fokus erhalten muss, hinsichtlich der Entwicklung einer Innovation und der dafür benötigten Kollaboration bzw. deren Komplexität in solch frühen Entwicklungsphasen. Für den Bedarf der Kollaboration innerhalb der Innovationphase ist es von Vorteil, wenn die Aspekte der Kollaborationsförderung Bestandteil der Innovationsmethode sind. Dadurch kann methodisch die Motivation der Beteiligten garantiert sowie gefördert werden.

### 3.1.8. Ansatz nach Kolfschoten und de Vreede

Ein weiterer methodischer Ansatz ist der Kollaboration-Prozess-Design-Ansatz von Kolfschoten und de Vreede [KoVr2009]. In Abbildung 3-7 ist die schematische Abfolge des Prozesses aufgezeigt. Auch in diesem Ansatz stehen alle Schritte des Prozesses in Abhängigkeit zueinander

und beeinflussen die nachfolgenden Aktivitäten. Der Kollaborations-Prozess-Design-Ansatz erstreckt sich über fünf einzelne und übergeordnete Schritte, welche mehrere einzelne Prozesse bzw. Teilprozesse beinhalten. Erwähnenswert ist die Rolle des Collaboration Engineers, welcher innerhalb der Methode agiert und die Abläufe der Prozesse unterstützt bzw. die Umsetzung sicherstellt [KoVr2009].

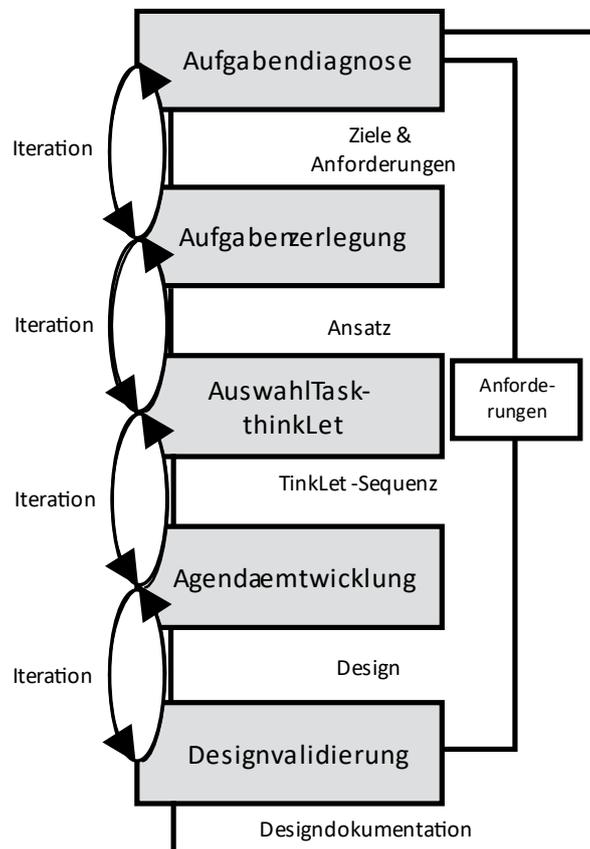


Abbildung 3-7 Kollaborations-Prozess-Design-Ansatz interpretiert durch [Leim2014]

Der **erste Schritt** ist die **Aufgabendiagnose**. Hierbei findet ein übergreifender Austausch, über alle beteiligten Stakeholder, statt. Alle Anforderungen und deren Einschränkungen müssen analysiert und identifiziert werden. Innerhalb der Aufgabendiagnose finden weitere vier Teilprozesse statt [KoVr2009], [Leim2014].

Der **erste Teilprozess** ist die **Aufgabenanalyse**, welche sich mit der Definition der gemeinsamen Ziele und vor allem die zu erwartende Produkte des gemeinsamen Prozesses beschäftigt. Aus diesen Definitionen resultieren wiederum einzelne Teilergebnisse für die Stakeholder und konkretisieren deren Vorgehen. Nach Ablauf der Aufgabenanalyse liegt eine ausreichende Beschreibung aller Produkte und Ziele vor und deren weiteren Verlauf bzw. Verwendung im Kollaborationsprozess [KoVr2009], [Leim2014].

Im **zweite Teilprozess**, der **Stakeholderanalyse**, werden die Rollen der einzelnen beteiligten Stakeholder im Gesamtkontext bzw. in der Gesamtarchitektur des Produktes eingeordnet. Ziel ist

es, damit die Bereitschaft für die Wissensbereitstellung und vor allem die Motivation zu kreieren, fördern und hoch zu halten [KoVr2009], [Leim2014].

Im **dritten Teilprozess** wird die **Ressourcenanalyse** fokussiert, um alle vorhandenen Ressourcen zu detektieren und deren Kontext gerechte Verwendung zu realisieren. Anforderungen an die Ressourcen Zeit, Technologie oder Hilfsmittel werden für einen möglichst idealen Verlauf des Kollaborationsprozesses definiert [KoVr2009], [Leim2014].

Im **vierten** und letzten **Teilprozess** findet die **Analyse der Facilitatoren und Practitioners** statt. Dies stellt einen enorm wichtigen Schritt für die inhaltliche Umsetzung der zuvor definierten Teilprozesse dar. Es muss garantiert werden, dass Personal zum Einsatz kommt, welches den Anforderungen der Kollaboration gerecht wird. Dadurch wird in der Analyse der Facilitatoren und Practitioners, für das benötigte Personal ein Profil erstellt, indem Kompetenzen und benötigte Erfahrungen beschrieben sind [KoVr2009], [Leim2014].

Im **zweiten Schritt** des Kollaborations-Prozess-Design-Ansatzes wird die **Aufgabenzerlegung** fokussiert. Der gesamte Ablauf und Prozess muss hierfür dokumentiert werden, um in einzelne Aufgabenbestandteile zerlegt zu werden. Dabei besitzt jede Tätigkeit ein Produkt und dieses dient einem Ziel, welches Aktivitäten erfordert, um erreicht zu werden. Sind diese nun bekannt, müssen sie in eine optimale Reihenfolge gebracht und untereinander vernetzt werden. Dadurch kann eine konkrete Gliederung des Kollaborationsprozesses erreicht werden [KoVr2009], [Leim2014].

Im **dritten Schritt** findet die **Auswahl der thinkLets** statt. Unter thinkLets sind unterschiedliche Techniken des Collaboration Engineering zu verstehen, wie z.B. das Brainstorming. Allen zuvor definierten Aktivitäten müssen nun passende thinkLets zugeordnet werden. Zuvor muss aber eine Übersicht geschaffen werden über alle möglichen Durchführungsmethoden und der dazugehörigen Gestaltungsmuster. Nach einer Analyse aller Möglichkeiten ist eine Auswahl für die möglichst effizienteste Lösung zu treffen [KoVr2009], [Leim2014].

Im **vierten Schritt**, der **Agendaentwicklung**, werden die benötigten Aktivitäten koordiniert und mit weiteren Informationen angereichert, in Form von ergänzenden Fragen hinsichtlich des Ablaufes. Gleichzeitig werden ergänzenden Aktivitäten, Pausen und Präsentationen der jeweiligen Gruppen definiert. Das Erstellen eines übergreifenden Zeitmanagements ist ebenfalls Teil der Agendaentwicklung [KoVr2009], [Leim2014].

Im **letzten Schritt**, der **Validierung**, wird der gemeinsam entwickelte Entwurf des Kollaborationsprozesses bewertet. Diese Validierung kann mit unterschiedlichen Möglichkeiten durchgeführt werden wie z.B.: Pilotierung, Testdurchlauf, Simulation oder Experteneinschätzung. Sollte es zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis kommen, kann der ganze Prozess iterativ wiederholt werden. Das gleiche gilt auch für alle zuvor beschriebenen Prozessschritte [KoVr2009], [Leim2014].

### Fazit

Auch dieser Ansatz ermöglicht den Aufbau einer durchgängigen und geförderten Kollaboration entlang einer gemeinsamen Entwicklung von mehreren Stakeholdern. Jedoch ist auch hier ein extra methodischer Ansatz zum Einsatz gekommen und kein kombinierter, in Form einer Kombination der Produktentwicklung und der benötigten Förderung der Kollaboration. Gleichzeitig kommt die Betrachtung der Innovation nicht vor. Dabei besitzt die Kollaboration in solch frühen Phasen eine Komplexität, welche unter anderem auf die Unsicherheit in der Modellierung bzw. dem benötigten Wissensaustausch beruht.

### 3.1.9. Stage-Gate nach Cooper

Es gibt verschieden Modelle und Methoden mit der eine Idee realisiert werden bzw. eine Innovation weiterentwickelt werden kann. Ein sehr bekanntes Prozessmodell ist der Stage-Gate Prozess nach Cooper, welches in Abbildung 3-8 zu sehen ist. Der Prozess erstreckt sich von der Idee bis hin zum Review der Entwicklung. In insgesamt fünf unterschiedlichen Stages und Gates

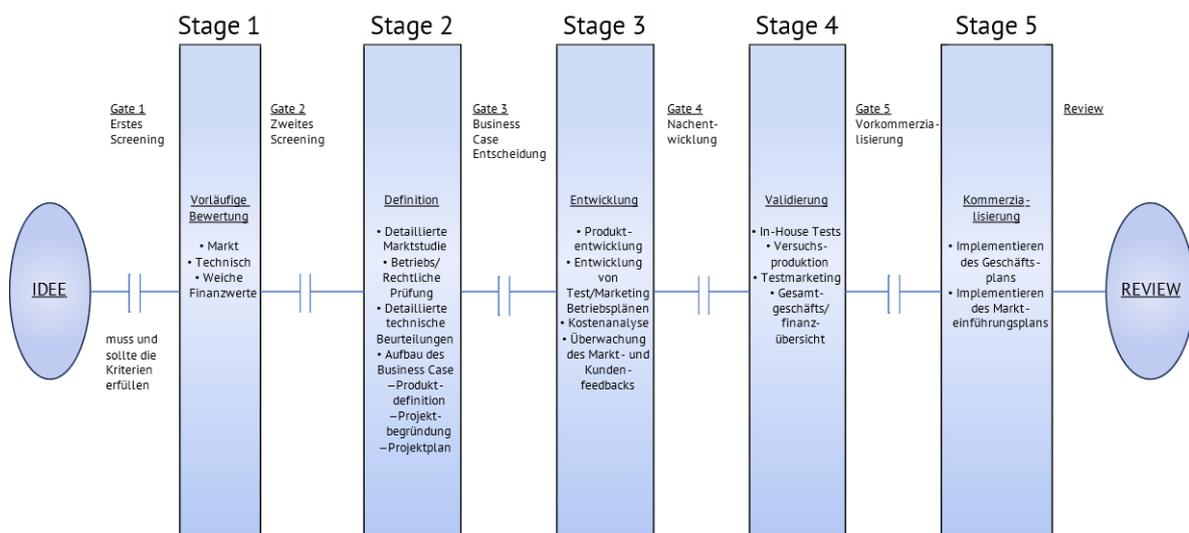


Abbildung 3-8 Stage-Gate-Prozess nach [CoKl1990], [VeHe2000]

wird die Innovation weiterentwickelt, beginnend mit der vorläufigen Bewertung und dem ersten Screening. Zunächst wird der Markt bewertet und leichte Finanzwerte prognostiziert. Im nächsten Schritt, dem zweiten Screening und der Definition, werden Marktstudien betrieben und ein Aufbau des initialen Business Cases. Danach folgt die Business Case Entscheidung und die Entwicklung. Die Produktentwicklung startet und zeitgleich die Überwachung des Marktes hinsichtlich der Endnutzer. Im nächsten Schritt liegt der Fokus auf die Nachentwicklung und die Validierung, bei der In-House-Test oder ein Testmarketing durchgeführt werden. Im letzten Schritt stehen die Vorkommerzialisierung und die Kommerzialisierung an, dabei kommt es zur Implementierung des Markt- und Geschäftsplan. Nachdem die gesamten Schritte abgeschlossen sind, kommt es zu einer final abschließenden Review und Bewertung des Umsetzung [CoKl1990], [VeHe2000].

## Fazit

Der Stage-Gate Ansatz von Cooper beschreibt und unterstützt die Innovation mehr aus einer wirtschaftswissenschaftlichen Sichtweise. Aspekte wie die Business Case Entwicklung und Betrachtung sind sinnvolle Teilschritte, die auch in einem reinen produktzentrierten Ansatz enthalten sein sollten. Durch die mögliche frühe Betrachtung beider Sichtweisen, die des Produkterfolges und dem wirtschaftlichen Erfolg, kann ganzheitlich eine sichere und erfolgreichere Innovationsentwicklung garantiert werden.

### 3.1.10. Innovationsprozess nach Herstatt

Ein weiter Prozessansatz ist von Herstatt bei dem sich die Innovationsphase in drei unterschiedliche Phasen unterteilen lässt. Die frühe Phase beschäftigt sich mit der Ideenentwicklung und der dazugehörigen Konzeptentwicklung. Aspekte wie die Marktanalyse und die Produktplanung werden in dieser frühen Phase bereits berücksichtigt. In der mittleren Phase liegt der Fokus rein auf der Entwicklung. Gemäß den Anforderungen aus der frühen Phase wird das Produkt in der mittleren Phase umgesetzt. In der späten Phase werden die Prototypen und der Transfer in die Serienentwicklung vorbereitet. Die Produktion ist geplant und das Produkt soll in den Markt eingeführt werden [VeHe2000], [HeVe2007]. Verschiedene Innovationsansätze fokussieren den Umfang der Innovation unterschiedlich, manche unterteilen die Innovation in weitere einzelne Phasen, andere sehen es wiederum als einen durchgehenden einzigen Ablauf, welcher bis zur Produktentwicklung und Produktion durchlaufen wird. Der Innovationsgedanke in dieser Arbeit fokussiert dennoch nur die Innovation an sich und nicht die vorgelagerten und nachgelagerten Phasen. Damit endet die Innovationsentwicklung mit dem Start der Produktentwicklung. Dies würde dem Konzept der frühen Phase von Herstatt entsprechen und diesen Bereich als Innovationsprozess adressieren. Die weiteren folgenden Phasen würden dann wiederum der Produkt- und Produktionsentwicklung entsprechen.

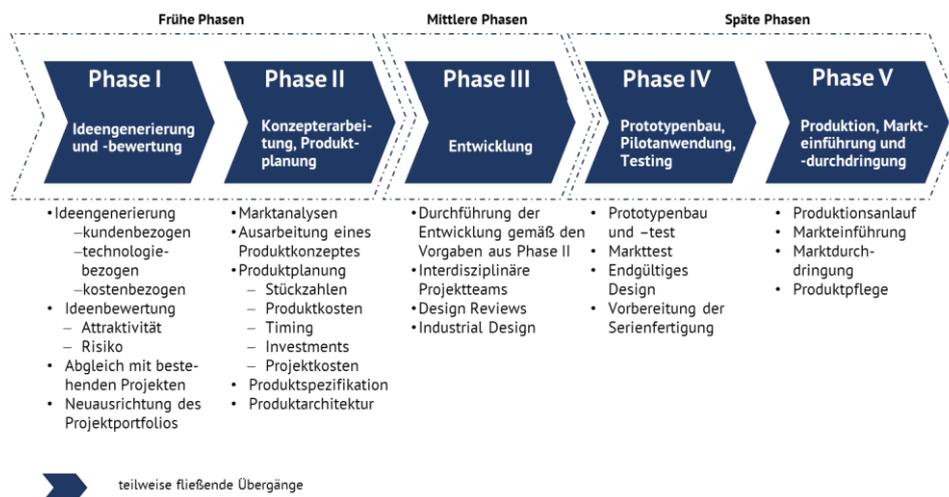


Abbildung 3-9 Innovationsprozess nach Herstatt in Anlehnung an [HeVe2007]

### Fazit

Der Ansatz von Herstatt bietet eine ganzheitliche Betrachtung der Entwicklung. Mit Betrachtung der Literatur aus Kapitel 2, würde dies der Invention, Innovation und Produktentwicklung entsprechen. Im Gegensatz zu weiteren Ansätzen, wird der Innovationsprozess sehr weit ausgelegt und kombiniert sozusagen alle unterschiedlichen Entwicklungsphasen innerhalb eines Innovationsprozesses. Somit wird auch die Produktentwicklung integriert, wobei diese schon kein Teil des Innovationsprozesses sein sollte, sondern das Resultat bzw. das resultierende Produkt ist die neue Innovation. Dennoch ist Betrachtung der Invention und direkt Integration in der Innovation von Vorteil.

## 3.2. Ansätze zur Vernetzung von Produkt-bezogenem Wissen

Durch die Interdisziplinarität bei Smarten Produkten und der erhöhten Anzahl der beteiligten Stakeholder kommt es natürlich auch zu unterschiedlichen Wissensständen und Interpretationen. Meist nutzen Organisationen Domänen-Ontologien, um eine einzelne Domäne zu unterstützen. Jedoch vereinen Smarte Produkte unterschiedliche beteiligte Domänen innerhalb eines einzelnen Produktes [Abra2014].

Statt eine neue Ontologie zu entwickeln, gibt es die Möglichkeit, bestehende Ontologien zu nutzen. Es ist zu beachten, dass Domänen-Ontologien Wissen aus einem spezifischen Blickwinkel betrachten und eigene Anforderungen hatten. Dies führt größtenteils dazu, dass eine vollständige Übernahme nicht möglich ist. Dennoch können Teile dieser Ontologien oder deren Konzepte übernommen und in eine neue Ontologie übertragen werden. Hierzu werden dann bestehende Ontologien hinsichtlich des Inhaltes, der Verfügbarkeit und bzgl. der Wissensrepräsentation bewertet und analysiert.

### 3.2.1. Smart Produkt Ontologie nach Jiang

Die Smart Produkt Ontologie nach [JiYZ2019] befasst sich mit Decision-Making-Ansätzen beim Recycling von Smarten Produkten. Die Besonderheit bei diesem Ansatz ist, dass nicht nur Daten aus der Entwicklungsphase genutzt wurden, sondern auch aus der Nutzungsphase. Die Ontologie basiert auf dem Semantic-Data-Management Ansatz, bei dem drei Arten von Informationen unterschieden werden: die Komponenteninformation, Architekturinformation und die Nutzungsinformation. Dabei beinhaltet die Komponenteninformation, die Entwurfskonzepte und die dazugehörigen Funktionen der Komponente. Die Architekturinformation befasst sich mit dem Aufbau und der Architektur des Produktes. Die Nutzungsinformation beinhalten alle Daten, die während des Betriebes anfallen und von Sensoren aufgenommen werden.

Die Smart Produkt Ontologie hat die Klassen: *Produkt*, *Smartes Produkt*, *Komponente*, *Modul*, *Material* und *Nutzung*. Innerhalb der Klasse *Produkt* sind Kernfakten festgehalten wie z. B. Version

oder Hersteller. Als eine Subklasse agiert dann das *Smarte Produkt* zur Klasse *Produkt*. Die Subklasse ist dann um den Aspekt eines Netzwerkes erweitert worden, womit die Kommunikationsfähigkeit sichergestellt werden kann. In der Klasse *Modul*, welche eine Subklasse von *Komponenten* ist, werden funktionale und nicht-funktionale Komponenten und Module beschrieben. In der Klasse *Material* werden die einzelnen Eigenschaften der Materialien beschrieben, die beim späteren Recyclingprozess nötig sind. Innerhalb der letzten Klasse, der *Nutzung*, werden die gesamten Daten im Kontext der Nutzung beschrieben. Diese Daten können beim späteren Recyclingprozess Einfluss nehmen und die Entscheidung ändern, wodurch sie miteinbezogen werden müssen. Alle Klassen können mit den Relationen *hat\_Komponente*, *hat\_Modul*, *hergestellt\_aus* oder *hat\_Nutzung* beschrieben werden [JiYZ2019].

#### *Fazit*

Die Ontologie nach Jiang ermöglicht es, initial Smarte Produkte zu beschreiben mit der Aufteilung in die Klassen Produkt, Smartes Produkt, Modul und Komponente. Durch die Integration der Nutzungsphase wird zeitgleich eine bessere Beschreibung ermöglicht. Dennoch hat die Ontologie den Hauptfokus auf dem Aspekt des Recyclings der Smarten Produkte. Zeitgleich besteht keine Möglichkeit des Zugriffs auf die Ontologie und ist somit nicht wiederverwendbar bzw. kann nur als Input dienen.

### 3.2.2. Ontologie für Smart Product-Service Systems nach Maleki

Im Ansatz von [MaBB2018] wird eine Ontologie beschrieben, welche das Smarte Produkt und den dazugehörigen Service mit dem Service-Enabler vernetzt. Die entwickelte Ontologie basiert auf der integrativen, kollaborativen Plattform ICP4Life (Integrated Collaborative Platform for Managing the Product-Service Engineering Lifecycle). Damit soll sowohl der generische Entwurf als auch die Umsetzung von Produkt-Service Systemen unterstützt werden.

Das Konzept der Ontologie besteht somit aus den Klassen Produkt, Service, Sensoreinheit und Integrationslösungen. Es ist zu erwähnen, dass die Sensoreigenschaften auf einer weiteren Ontologie aufbauen, der Semantic Sensor Network (SSN)-Ontologie aus dem W3C [W3C2009]. Dafür wurde die Sensorontologie der W3C mit den bestehenden Modulen der Ontologie verknüpft. Die Serviceklasse definiert alle nötigen Informationen, mit denen die Services charakterisiert werden müssen. Die Klasse der Produkte, das Produkt an sich und die Klasse der Integrationslösungen beschreiben, wie Sensoren mit weiteren Produktkomponenten verbunden werden könnten. Die Klasse der Sensoren wird wiederum durch die Semantic Sensor Network-Ontologie unterstützt und ergänzt.

Die gesamte Ontologie ist sehr auf den Aspekt der Sensoren fokussiert und umfasst somit weit mehr als 140 Sensortypen, mit den jeweiligen Spezifikationen [MaBB2018].

### *Fazit*

Durch die ausführliche Beschreibung und Integration einer Serviceontologie können unter anderem auch Smarte Produkte beschrieben werden. Dies wird unterstützt durch den erweiterten Fokus auf die Sensoren. Aber auch hier besteht keine Möglichkeit auf die Ontologie zuzugreifen. Des Weiteren liegt der Hauptfokus auf den verbauten Sensoren, womit weitere Eigenschaften der Smarten Produkte nicht betrachtet werden, beispielweise sind Aspekte der Services nicht betrachtet.

### 3.2.3. GENIAL!-Ontologie nach Wawrzik

Eine weitere Ontologie ist von [Wawr2022] und unterstützt bei der frühen Entwicklung und Planung von Mikroelektronik Komponenten. Diese spielen bei der Entwicklung von Smarten Produkten eine enorme Rolle und sind gleichzeitig ein großer Bestandteil der Lösungen. Eine Verkürzung der Entwicklungszeit hat zur Folge, dass auch die Entwicklungszeit von Smarten Produkten verkürzt wird.

Die GENIAL! Basic Ontologie (GBO) wurde im Rahmen des GENIAL!-Projektes erstellt für eine gemeinsame Mikroelektronik-Innovationsentwicklung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken. Hierzu wurden mehrere Ontologien aufgebaut, unter anderem eine Hardware-Software, Allokations-Ontologie und eine domänenspezifische „eFuse Ontologie“. Basierend auf diesen Ergebnissen entstand dann die GBO. Innerhalb der GBO agiert die Basic Formal Ontologie als Top-Level-Ontologie [Rutt2020]. Gleichzeitig wurde auch die Ontology of units of Measure [Rijg2023] für die Einheiten wiederverwendet.

Die gesamte GBO ist nach dem hierarchischen Prinzip der transitiven `hat_Teil`-Relation bzw. `Teil_von`-Relation aufgebaut, demnach besteht ein System aus mehreren Komponenten oder Subsystemen. Die GBO besitzt insgesamt 12 eigene Klassen wie z. B.: Kontext, Funktion, Eigenschaft oder Abhängigkeit. Dabei beschreibt die Klasse Kontext die Umstände und den Rahmen eines zu betrachtenden Ereignisses. Andere Klassen wie die Software- oder Hardwareteil beschreiben dann die jeweiligen relevanten Komponenten. Besonders ist hier aber die Klasse der Abhängigkeiten, mit der eine booleschen oder arithmetischen Funktion beschrieben werden kann [Wawr2022]. Ergänzt werden die zuvor beschriebenen transitiven Relationen durch die intransitive Relationen. Dies können dann z. B. `hat_Eigenschaft`, `hat_Wert` oder `führt_aus` sein.

### *Fazit*

Mithilfe der GBO lässt sich Wissen bzgl. Mikroelektronik in Bezug auf Roadmapping vernetzen und repräsentieren. Damit werden indirekt Komponenten beschrieben, welche wiederum essenziell für die Smarten Produkte sind. Innerhalb der GBO sind wiederum keine Services oder relevante Verbindungskomponenten aus Smarten Produkten beschrieben. Dennoch bietet sie eine

gute Grundlage mithilfe des Innovationskontextes. Durch eine Erweiterung der relevanten Smarten Produkt Komponenten, sollte es möglich sein, eine Innovationsontologie für Smarte Produkte zu entwickeln.

#### 3.2.4. Smart Home Ontologie nach Berat

Der Ansatz von [BeCD2015] basiert auf den W3C Standard bzgl. Semantic Sensor Network-Ontologie und fokussiert Elemente des Smart Home. Diese bestehen unter anderem auch aus unterschiedlichen Smarten Produkten, welche miteinander kommunizieren und das Ökosystem Smart Home aufspannen. Hierbei wurden die einzelnen Bestandteile separat modelliert innerhalb von Protegé [Muse2015] und als Klassen repräsentiert. Als Sammelknoten fungiert ein Computer und die weiteren Bestandteile fungieren als Nebenknoten, welche aber vom Computer gesteuert werden. Dieser Aufbau vereinfacht die Ontologie und benötigt lediglich eine Erweiterung der Klassen hinsichtlich physischen Objekts, Befehl, Eigenschaft und Überwachung. Die restlichen Klassen sind zum Teil durch die Semantic Sensor Network- Ontologie integriert bzw. vorgegeben.

Die Klasse physisches Objekt beinhaltet jegliche Ausprägung von physischen Gegenständen und ist somit eine sehr generische Klasse und eine Art Sub-Sammelknoten, wodurch der Aufbau der Ontologie vereinfacht wird.

Die Klasse Überwachung beinhaltet alle Inputs und Outputs der Sensoren, unabhängig von der Art der Information und der dazugehörigen Einheit.

Mithilfe der Klasse Befehl steuert der Sammelknoten bzw. der Computer die einzelnen Subklassen bzw. -systeme innerhalb des Smart Home Ökosystems. Für die bessere Vernetzung der einzelnen Klassen werden Relationen genutzt wie z.B. *hatSubsysteme*, *ÜberwachtVon* oder *hatEinheit*

#### *Fazit*

Der Ansatz von [BeCD2015] ermöglicht die einfache Vernetzung von Wissen im Kontext von Smart Home Ökosystemen. Des Weiteren ist der Ansatz sehr einfach aufgebaut und ermöglicht durch das Nutzen von W3C-Standards eine ergänzende Integration von weiteren Standards oder die Integration in eine weitere Ontologie. Dennoch ist ein zu großer Fokus auf die Funktionsweise des Ökosystems, statt der einzelnen Subsysteme und deren Entwicklung und ist somit kein zufriedenstellender Ansatz.

#### 3.2.5. Ontologie für Produkt-Service Systeme nach Pagoropoulos

Der Ansatz von [PaAK2014] unterstützt die Entwicklung von PSS mithilfe einer Ontologie und einer dazugehörigen Wissensbasis. Die entwickelte Ontologie entspricht einer Domänenontologie und soll ganzheitlich innerhalb der Entwicklung unterstützen. Dabei befindet sie sich konstant im Zusammenspiel mit einer Wissensbasis. Ihr übergeordnetes Ziel ist, die Beziehungen zwischen Produkt, Service und den involvierten Stakeholdern abzubilden. Durch die Wiederverwendung von

bereits etablierten Ontologien konnte eine Vielzahl an Klassen innerhalb der Ontologie integriert werden. Unter anderem Klassen wie z.B.: Business Modell, Produkt- Service oder Stakeholder. Dadurch erhält die Ontologie eine weite Vernetzung und gleichzeitig eine große, spätere Akzeptanz bei den Anwendern, da bereits etablierte Ansätze wiederverwendet wurden. Für die Vernetzung der Klassen wurde sowohl die akademische als auch die industrielle Sichtweise hinzugezogen. Dies wurde dann kombiniert mit einem Bottom-Up und Top-Down Prozess zum Vernetzen der einzelnen Klassen [PaAK2014].

Für die Struktur der Vernetzung ergibt sich somit eine dreistufige Ebene, welche mit der epistemischen Ebene beginnt. Diese beschreibt das PSS in einer abstrakten Sichtweise. Die erste Ebene umfasst die Zusammenhänge und Relationen zwischen den Produkten, Produktlebenszyklus, Dienstleistungen, Akteuren, Geschäfts-modellen, Anforderungen und dem Transformationsprozess. In der zweiten Ebene, der Angebotsebene, ist eine explizite Beschreibung von bereits existierenden Produkt- bzw. Dienstleistungslösungen vorhanden. Ziel ist es, bereits bestehende Angebote aufzuzeigen und diese miteinander zu vernetzen. Die letzte Ebene ist die Leistungsebene, welche den Wert des Produktes bzw. der Dienstleistung für die jeweiligen involvierten Stakeholder aufzeigt. Das übergeordnete Ziel ist es, Kunden- und Lieferantenwert miteinander zu vernetzen [PaAK2014]. Auch diese Ontologie wurde im Kontext der Protegé Umgebung modelliert [Muse2015].

### *Fazit*

Der Ansatz beschreibt ausführlich die einzelne Integration der Klassen und das damit Verbundene Konzept der Klassenvernetzung. Der Fokus liegt aber auf Produkt-Service Systemen. Es wird vor allem aufgezeigt, wie die Ontologie mithilfe eine Wissensbasis interagiert und somit den Nutzer bei der Entwicklung unterstützen kann. Vor allem durch die Integration von bereits etablierten Ansätzen kann die spätere Akzeptanz deutlich erhöht werden. Dennoch thematisiert die Ontologie keine Innovationsphase oder ähnliche Faktoren.

### 3.2.6. Produkt-Service System Ontologie nach Correia

Die Ansatz von [CoSS2017] beschreibt die Entwicklung von PSS, jedoch aus der Sicht der Fertigung. Um die kollaborative PSS-Entwicklung über mehrere Stakeholder hinweg zu unterstützen, wurde eine Ontologie entwickelt, Dabei liegt der Fokus vor allem auf der dazu benötigten Kollaboration zwischen den einzelnen Beteiligten. Des Weiteren soll die Ontologie, die Wissenssuche über mehrere Entwicklungsumgebungen hinweg unterstützen und diese unterschiedlichen Systeme semantisch vernetzen. Auch diese Ontologie ist in drei unterschiedliche Ebenen aufgeteilt und beginnt mit der generischen Ebene, welche, in einer sehr generischen Form, die unterschiedlichen Klassen eines PSS beschreibt. Alle drei Klassen sind auch einzeln modelliert und innerhalb von Protegé repräsentiert. Die zweite Ebene befasst sich mit den Sektor-spezifischen Klassen, welche z.B. die Konzepte für die Hersteller beschreiben und

deren spezifischen Bedürfnis für die Fertigung von PSS. Die letzte Ebene ist die Firmenspezifische Ontologie, diese umfasst die Beziehungen zwischen den Anbietern, Lieferanten und Geschäftskunden [CoSS2017].

Die Hauptkriterien für den Aufbau der Ontologie sind, dass zunächst alle Konzepte mit Relevanz zur PSS-Entwicklung inkludiert werden müssen. Gleichzeitig sollen die Anzahl an relevanten Konzepten jedoch auf einem Minimum gehalten werden. Des Weiteren sollen möglichst viele bereits bestehende Ontologien wiederverwendet werden [CoSS2017].

Die entwickelte Ontologie basiert auf der Basic Formal- Ontologie [Rutt2020] und nutzt somit als Grundlage eine sehr etablierte und bekannte Ontologie. Ein Grund hierfür ist, dass angestrebt wird, dass die Ontologie so einfach wie möglich zu halten, sodass eine einfache Harmonisierung und Integration möglich ist [CoSS2017].

Die Definition der Ontologie beginnt mit der Analyse der Literatur und dem Fokus auf bestehende Ansätze für die spätere Integration. Im nächsten Schritt wird ein Anwendungsfall definiert, welcher die unterschiedlichen Stakeholder inkludiert, welche im Bereich Fertigung angesiedelt sind. Basierend auf dem Anwendungsfall wird ein erster Entwurf an Entitäten erstellt und den beteiligten Stakeholdern zur Überprüfung übergeben. Basierend auf dem Feedback wird im letzten Schritt dieses Feedback in die Ontologie inkludiert und steht dann zum Einsatz zur Verfügung [CoSS2017].

#### *Fazit*

Der beschriebene Ansatz von Correia beschreibt eine Ontologie für die gemeinsame Entwicklung von PSS über mehrere Stakeholder bzw. besitzt Charakterzüge eines Wertschöpfungsnetzwerkes. Dennoch ist der Fokus dabei nur auf die Fertigung gelegt und wird nicht im Kontext Innovationsentwicklung betrachtet. Konzepte bzgl. der hohen Integration von bestehenden Lösungen sind ein sehr wichtiger Punkt und sollten in der zukünftigen zu entwickelnden Ontologie berücksichtigt werden.

### **3.3. Ansätze zur Wissensverwaltung und -generierung**

Für die Entwicklung von Innovationen ist ein erhöhter Bedarf an Wissen nötig, um eine Sicherstellung der Umsetzung und zeitgleich eine Beschleunigung der Entwicklungszeit zu bewirken. Unter Betrachtung der Entwicklung von Smarten Produkten, wird wiederum deutlich, dass eine Vielzahl von unterschiedlichem disziplinspezifischem Wissen benötigt wird. Dafür agieren unterschiedliche Stakeholder unter anderem in Wertschöpfungsnetzwerken, um den Bedarf an externem Wissen zu füllen bzw. um mit weiteren Stakeholdern neues Wissen zu generieren. Ansätze des Wissensmanagements ermöglichen diesen übergreifenden Austausch bzw. auch die Generierung. In diesem Kapitel werden unterschiedliche Ansätze des Wissensmanagements und -generierung vorgestellt.

### 3.3.1. Wissensbasis Ansatz nach Todrovic

Im Ansatz von Todrovic wird ein Ansatz zum Wissensmanagement vorgestellt, mit dem Fokus der kritischen Erfolgsfaktoren und deren Beeinflussung durch das Wissensmanagement. Dabei wurde ein Wissensmanagementansatz entwickelt, der innerhalb des Prozesses zeitgleich Aspekte des Projekterfolges betrachtet und dadurch die einzelnen Schritte im Wissensmanagementansatz beeinflusst. Der Prozesse besteht aus sieben einzelnen Schritten und wird wiederum durch vier weitere Projekterfolgsbedingungen beeinflusst. Der Prozess ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen. Der Prozess beginnt mit der Identifikation des benötigten Wissens. Hierzu findet ein Abgleich mit den eigenen Kompetenzen und den Anforderungen aus dem Projekt statt. Mit den vorliegenden Resultaten können dann einzelne Bereiche ermittelt werden, aus denen Wissen benötigt wird. Im nächsten Schritt wird dann das benötigte Wissen akquiriert bzw. ist es auch möglich dieses fehlende Wissen von Extern zu beschaffen. Dies ist auch der erste Schritt, welcher vom Projekterfolgsbedingungen beeinflusst wird. Die Wissensakquise ist ein sehr wichtiger Prozessschritt und wird deshalb von allen Erfolgsfaktoren beeinflusst. Im nächsten Schritt wird auf Basis des akquirierten Wissens neues bzw. erweiterndes Wissen entwickelt, dies bedeutet, dasa nun projektspezifisches Wissen generiert wird. Danach muss dieses neu entwickelte Wissen innerhalb des Projektes angewendet werden. Des Weiteren kann dieser Schritt wiederrum durch das extern generierte und akquirierte Wissen unterstützt werden und zeitglich zum Einsatz kommen. Nun muss das angewandte Wissen transferiert bzw. identifiziert und dokumentiert werden. Dieser Schritt ist notwendig für einen späteren, erneuten Einsatz des Wissens, sodass es bei neuen Akquisephasen gefunden werden kann. Das korrekte Ablegen des Wissens ermöglicht somit einen deutlich vereinfachten Einsatz in folgenden Entwicklungen [ToPM2015].

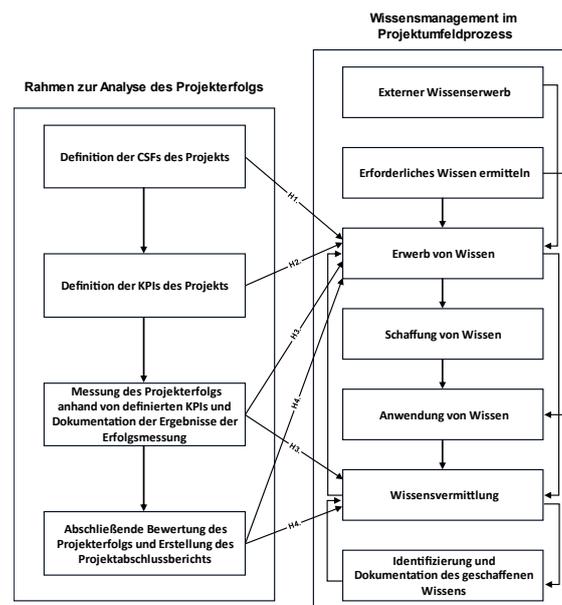


Abbildung 3-10 Wissensmanagementansatz nach Todorovic [ToPM2015]

### *Fazit*

Der Ansatz von Todorovic beschreibt, wie Wissen innerhalb von Projekten verwaltet werden muss, um Aspektes des Projekterfolges zu gewährleisten. Der Ansatz ist so aufgestellt, dass er in allen unterschiedlichen Lebenszyklusphasen zum Einsatz kommen kann und nicht an eine Phase gebunden ist. Sehr vorteilhaft ist die Erzeugung einer Abhängigkeit der Erfolgsfaktoren in Bezug zur Wissensakquise. Dadurch kann eine Verbesserung erzeugt werden bzw. relevanteres Wissen integriert werden. Aspekte der Verwaltung werden jedoch nicht konkret erwähnt, vor allem unter dem Aspekt der Integration von unterschiedlichen Stakeholdern in einem Projekt.

### 3.3.2. Verwaltung von Kunden- und Projektwissen nach Blessing (SAP)

Blessing beschreibt in seiner Fallstudie einen Wissensgenerierung und -teilung Ansatz. Der Ansatz wurde innerhalb einer SAP-Umgebung aufgenommen, kann aber theoretisch auch auf weitere Ansätze übertragen werden bzw. angewendet werden. Der gesamte Wissensmanagementansatz ist in zwei Prozesse unterteilt, welche in einer Abhängigkeit zueinanderstehen [BlGB2001]. Ziel ist es, neu generiertes Projektwissen bzw. Erkenntnisse korrekt einzupflegen und für weitere Folgeentwicklungen nutzbar und auffindbar zu machen. Hierfür sind unter anderem von Blessing Rollen beschrieben worden, welche innerhalb des gesamten Prozesses für einen korrekten Ablauf sorgen [BlGB2001].

Zunächst wird ein globaler Projekt-Wissens-Manager benötigt, welcher für die Aspekte der Qualität und weitere Entwicklungen verantwortlich ist. Der beschriebene Ansatz ist für ein Projekt oder ein Unternehmen aufgestellt, welches weltweit agiert und bei dem zeitgleich mehrere Entwicklungsteams auf der ganzen Welt zusammenarbeiten. Aus diesem Grund gibt es dann im Kontext des Wissensmanagements jeweils noch lokale Projekt-Wissens-Manager. Als nächste Stufe gibt es die Wissensarbeiter, diese fungieren als Moderatoren. Sie kategorisieren die vorhandenen Dokumente, verwalten und bedienen die Datenbank und sind zeitgleich für die späteren Anwender als Wissensvermittler verfügbar. Auf der untersten Stufe der Rollen sind die Wissenskrieger und die möglichen Nutzer des Wissens [BlGB2001].

Wie bereits beschrieben, ist der Prozess in zwei Abschnitte aufgeteilt. Da der Prozess im Kontext von Projektwissen stattfindet, muss zunächst ein Projekt ausgeführt werden. Direkt zu Beginn muss festgelegt werden, an welchen Bereichen Wissen gesammelt und für die spätere Wiederverwendung dokumentiert werden muss. Mit der Beendigung des Projektes wird ein finaler Bericht kreiert, in dem die Beteiligten ihre Erfahrungen und neuen Erkenntnisse einbringen müssen. Dieser Prozessschritt wird von einem erfahrenen Wissensarbeiter durchgeführt und geleitet. Dieses neue Wissen kann dann in die Datenbank eingepflegt werden. Diese Datenbank beschreibt dann den Prozess der Wissensgenerierung [BlGB2001].

Die Wissensteilung basiert darauf, dass auf zuvor abgelegtes Wissen zugegriffen werden kann. Somit kann bei Bedarf auf zuvor entwickelte Lösungen und dem dazugehörigen Wissen

zugegriffen werden. Dabei gibt es zwei Fällen, die zu unterscheiden sind. Ist Wissen vorhanden, kann in das aktuelle Projekt integriert werden und Feedback dazu wird wiederum zurückgeführt und nutzbar gemacht. Ist aber kein Wissen vorhanden, kann es beim Wissensarbeiter beantragt werden. Der Wissensarbeiter kann wiederum in einer vertieften und erweiterten Suche nach dem notwendigen Wissen suchen, dadurch kann nun ein größeres Spektrum in Betracht gezogen werden. Ist jedoch kein Wissen vorhanden, so muss dieses erst kreiert werden [BlGB2001].

### *Fazit*

Der Ansatz von Blessing beschreibt mithilfe von zwei voneinander abhängigen Prozessen, wie Wissen kontinuierlich in eine Datenbank zurückgeführt und zeitgleich gemanagt werden kann. Die Aspekte der Rollen sind ein sehr wichtiger Punkt und unterstützen das Management. Mithilfe der Rollen kann simultan auch der kontinuierliche Fluss von Wissen unterstützt werden. Eine vollständige Beschreibung der Rollen und ihres Funktionsumfangs wäre sinnvoll. Des Weiteren wäre die Vernetzung des Wissens innerhalb der Datenbank sinnvoll und würde den Wissensarbeiter bei der Suche nach weiterem Wissen unterstützen.

### 3.3.3. Strategisches Kompetenz-Management nach Amelingmeyer

Der Ansatz von Amelingmeyer präsentiert eine Möglichkeit zur Gestaltung von Wissensbasen innerhalb eines Unternehmens, welche zusätzlich für ein ganzheitliches internes Wissensmanagement genutzt werden können [Amel2004]. Dabei ist das Wissensmanagement ein übergeordnetes Unternehmensziel und somit ein Unterprozess des Unternehmensmanagements. Der gesamte Ansatz lässt sich in vier unterschiedliche Ebenen einteilen.

In der ersten und obersten Ebene befindet sich das **Unternehmensmanagement**. Es ist verantwortlich für die Bildung der Wissensziele und nimmt somit direkten Einfluss auf das Wissensmanagement eines Unternehmens. Gleichzeitig ist es, wie bereits erwähnt, ein übergeordneter Prozess zum Wissensmanagement [Amel2004].

Die zweite Ebene beschäftigt sich mit **Planungs- und steuerungsorientierten Prozesse**, welche sich wiederum in die drei unterschiedlichen Ebenen: Meta-Ebene, Strategische Ebene und Operative Ebene aufteilt. Alle unterschiedlichen Prozesse und Ebenen zusammen ergeben das Wissensmanagement. Der gesamte Prozess und Ablauf ist in Form eines Kreislaufs gehalten, aufgrund des kontinuierlichen und ganzheitlichen Wissensmanagement. Innerhalb dieses Kreislaufs werden Aspekte bzgl. Ziele, Gestaltung von Maßnahmen, Kontrolle des Wissensmanagements und die Analyse der aktuellen Wissenssituation adressiert. Mithilfe der Maßnahmen kann Einfluss auf die nächste Ebene genommen werden. Diese Maßnahmen können die Erweiterung der Wissensbasis, eine zielorientierte Nutzung davon und zeitgleich die Sicherung der Wissensbasis sein [Amel2004].

In der dritten Ebene befindet sich die **Wissensbasis**, welche zusammen mit **Unternehmensprozessen** zum **Erfolg** führen kann. Die Wissensbasis wird konkret durch die zuvor adressierten Maßnahmen beeinflusst und führt zeitgleich die Resultate zurück in den Kreislauf bzw. in die Kontrolle des Wissensmanagements. Damit wird es dem Nutzer möglich, die Wissensbasis von der ersten Ebene an zu beeinflussen und zeitgleich eine kontinuierliche Rückführung zu haben. Alle unterschiedlichen Ebenen stehen in Kontakt zueinander und vor allem in Abhängigkeit. Die Wissensbasis garantiert Aspekte wie z. B. die Wissensdynamik und die Verfügbarkeit. An die Wissensbasis sind nämlich zeitgleich die ganzheitlichen Unternehmensprozesse gekoppelt, die wiederum zum Erfolg führen können. Damit wird auch die Abhängigkeit und Wichtigkeit des Wissensmanagements nochmals adressiert.

In der letzten Ebene befindet sich die Umwelt. Die Umwelt kann als externer Faktor betrachtet werden, welche einen großen Einfluss auf die dritte Ebene ausübt und somit auch auf den Erfolg. Ein möglicher Einfluss der Umwelt könnte sein, dass Wissen in der Welt außerhalb des Unternehmens liegt und zeitgleich findet keine Anpassung statt. In diesem Fall kann die Dynamik und Leistung der Wissensbasis rapide abnehmen [Amel2004].

#### *Fazit*

Der Ansatz von Amelingmeyer ermöglicht das Entwickeln eines ganzheitlichen Wissensmanagement innerhalb eines Unternehmens, vor allem durch die Aufteilung in verschiedene Ebenen und zeitgleich erzeugt die Unterordnung der Thematik beim Unternehmensmanagement die notwendige Wichtigkeit. Durch den Ablauf eines Kreislaufs ist es möglich, kontinuierlich das Wissen zu erweitern und den Erfolg aufrecht zu halten. Des Weiteren ist der Ansatz mit der Umwelt sehr gut ausgewählt und adressiert mögliche Gefahren und die notwendigen Maßnahmen zur Prävention. Dennoch sind notwendige Schritte, die der unternehmensübergreifende Einsatz oder die Vernetzung, nicht konkret adressiert.

### 3.3.4. Building Knowledge Creating Value Networks nach Büchel

Büchel präsentiert einen Ansatz, mit dem es möglich ist, Wissen innerhalb eines spezifischen dafür kreierten Wertschöpfungsnetzwerkes zu generieren. Die gemeinsame Generierung von Wissen mit externen Partnern stellt Unternehmen vor eine Herausforderung.

Das Wertschöpfungsnetzwerk kann dabei in vier unterschiedliche Arten unterschieden werden. Zunächst gibt es die selbstorganisierten **Hobby-Netzwerke**, welche eine Gemeinsamkeit wie das Spielen von Golf zwischen verschiedenen Individuen voraussetzen. **Professionelle-Lern-Netzwerke** können wiederum von Extern unterstützt werden und besitzen einen meist spontanen Wissenstransfer zu anderen Individuen. Ziel ist es, die eigenen individuellen Fähigkeiten auszubauen und zu erweitern, um somit die Produktivität zu steigern. Akteure innerhalb eines **Business-Opportunity-Netzwerke** haben die Absicht, gemeinsam etwas Neues zu entwickeln und müssen dafür Wissen miteinander austauschen und gleichzeitig generieren. Diese

Unternehmensnetzwerke haben das meiste Potenzial und Wachstumsperspektive für eine innovative Entwicklung. Abschließend gib es noch die **Best-practice-Netzwerke**, welche den reinen Fokus auf dem Austausch von Erfahrungen mit anderen Individuen haben und weniger aktuelle Forschungsstände [BüRa2002]. Mit der Aufteilung in unterschiedliche Arten von Wissensnetzwerken ermöglicht Büchel auch eine Differenzierung der benötigten Ergebnisse und Intensionen.

Der Prozess für die Entwicklung eines wissensgenerierenden Wertschöpfungsnetzwerkes ist in vier Schritte aufgeteilt. Zunächst wird das **Wissensnetzwerk fokussiert**, somit muss frühzeitig festgelegt werden, zu welcher konkreten Thematik sich das Wertschöpfungsnetzwerk bildet. Danach muss eine Verbindung bzw. Nukleus zwischen allen Beteiligten aufgestellt werden, damit wird die korrekte Einbringung und Einsatzbereitschaft der Beteiligten garantiert. Zuletzt muss in der ersten Phase auch das Management dieses Vorgehen unterstützen und absichern. Im nächsten Schritt muss **der Kontext des Wertschöpfungsnetzwerkes** erstellt werden. Dies beinhaltet Schritte wie das Aufsetzen von Kommunikationsmechanismen, dem Aufbau von gegenseitigem Wissen und der Förderung von Vertrauen. Der letzte Aspekt ist sehr wichtig für eine hohe Qualität des Wissens und einer erfolgreichen Umsetzung des Prozesses. Der nächste Schritt ist die **Routinisierung von Netzwerkaktivitäten**. Hierfür müssen spezifische Rollen innerhalb des Netzwerkes definiert werden für die Förderung der Aufgaben und dem Schaffen eines gemeinsamen Zieles durch regelmäßige Meetings unter den Beteiligten. Im letzten Schritt geht es um die **Nutzung der Netzwerkergebnisse**. Das konkret ermittelte Wissen innerhalb des Netzwerkes muss in den einzelnen Unternehmen integriert und genutzt werden.

#### *Fazit*

Unter der Anwendung der vier Prozessschritte ist es möglich, Wissen mit mehreren Unternehmen innerhalb eines Netzwerkes zu generieren und vor allem das Vertrauen untereinander zu fördern. Durch die Definition von unterschiedlichen Rollen innerhalb des Netzwerkes ermöglicht Büchel eine Kontrolle und Förderung. Mit solch einem Ansatz kann die Innovationsfähigkeit und die eigene Effizienz gefördert werden.

#### 3.3.5. Wissensmanagementprozess nach Karadsheh

Der Ansatz von Karadsheh beschreibt ein Rahmenwerk mit integriertem Wissensmanagementprozess für die Steigerung der Performance eines Unternehmens [KaMA2009]. Der Ansatz ist für den Einsatz innerhalb eines Unternehmens ausgelegt.

Als erster Schritt muss zunächst eine Infrastruktur für das Wissensmanagement aufgestellt werden. Diese befasst sich mit den grundlegenden Elementen der Wissenserfassung, -kreierung und -entdeckung. Wissen kann dabei in einer expliziten oder impliziten Form vorliegen und sowohl von intern als auch extern stammen. Mit dem Aufbau dieser Struktur kann ein Maximum

an verfügbarem Wissen genutzt bzw. verwaltet werden, dies ist aufgrund der Absicht der Steigerung der Unternehmensperformance erforderlich. In den nächsten Schritten wird das Wissen hinsichtlich des Verständnisses untersucht und miteinander kombiniert. Dies ist für die spätere Bewertung bzw. Evaluation des vorhandenen Wissens notwendig. Außerdem ist es sinnvoll, um eine Redundanz oder irrelevantes Wissen zu vermeiden. Innerhalb der Evaluation wird das Wissen bzgl. Relevanz, Wert und Genauigkeit bewertet, um ein breites Verständnis über das gesamte vorhandene Wissen zu erhalten. Für die spätere korrekte Verwendung muss das Wissen dennoch noch kategorisiert, klassifiziert und organisiert werden. Erst danach ist es nach Karadsheh möglich, es in einem Repository abzulegen, was wiederum dem Verständnis einer Datenbank bzw. Wissensbasis entspricht. Danach kann es innerhalb der Organisation verteilt und vor allem genutzt werden. Unterschiedliche Wissenssuchende können dabei unterstützt werden und ihre Defizite kompensieren. Im letzten Schritt wird dann noch die gesamte Leistung untersucht, welche durch den Ansatz erzeugt worden ist. Dabei untersucht man, wie der Ansatz einen bei der Erreichung der zuvor angesetzten Ziele unterstützt hat [KaMA2009].

#### *Fazit*

Karadshehs Ansatz ermöglicht es, ein Maximum an verfügbarem Wissen zu integrieren und vor allem korrekt für den späteren Einsatz aufzubereiten. Durch die Aufbereitung wird das Wissen erst sinnvoll nutzbar bzw. abrufbar für Wissenssuchende, die zuvor nicht mit dem Rahmenwerk zu tun hatten. Diese Aspekte sind sehr sinnvoll und können für den zu entwickelnden Ansatz übernommen werden. Jedoch fehlt der Kollaborationsaspekt innerhalb dieses Ansatzes bzw. der Gedanke des gemeinsamen Austauschs und Kreieren von Wissen mit weiteren Stakeholdern.

### 3.3.6. Wissensgenerierung nach dem SECI-Modell

Das SECI-Modell kann als Werkzeug genutzt werden für die Generierung von Wissen [NoTa1995]. Zunächst muss aber zwischen implizitem und explizitem Wissen unterschieden werden, da es für den späteren Innovationskontext und der damit verbundenen Wissensgenerierung essenziell ist. Je nach Verfügbarkeit ist zwischen implizitem und explizitem Wissen zu unterscheiden. Als implizites Wissen ist das Wissen zu verstehen, das z. B. ein Mensch persönlich besitzt. Es ist an Erfahrungen oder selbst Erlerntem gebunden und ist meist nur in den Köpfen der Person abgelegt. Es ist nicht zugänglich für Dritte, da es das persönliche Know-How ist. Implizites Wissen beeinflusst die eigenen Handlungen, gleichzeitig ist es sehr schwer, dieses an eine dritte Person weiterzugeben oder das Wissen zu dokumentieren [Nort2011], [NoTa1995]. Als explizites Wissen ist wiederum das Wissen zu verstehen, welches überwiegend in einer kodierten Form vorliegt. Dies kann unter anderem in Modellen, Dokumenten, Datenbanken oder auch in Papierform vorliegen. Es ist nicht in den Köpfen abgelegt und ist somit für Dritte einseh- und abrufbar, ein gutes Beispiel hierfür ist ein Patent [NoTa1995], [Nort2011].

Das SECI-Modell, welches in Abbildung 3-11 zu sehen ist, ist eine Methode, die die Wissensgenerierung unterstützt. Implizites Wissen wird innerhalb eines Unternehmens transformiert, sodass explizites Wissen entsteht. Das Modell ist in vier Phasen aufgeteilt und beginnt mit der Sozialisierung. Diese beschäftigt sich mit dem Prozess der Transformation von implizitem Wissen. Meist geschieht dies bei einem direkten Kontakt von zwei Personen und dem direkten Austausch von z.B. Erfahrungen. Dies kann mehrmals geschehen bzw. es kann exklusiv nach diesen Erfahrungen gesucht werden. Durch das Befragen wird der eigene Wissensstand erweitert und erzeugt, mit zunächst neuem und ergänzendem bzw. implizitem statt explizitem Wissen.

Jedoch ist diese Weitergabe meist erschwert und erfordert eine gemeinsame Erfahrung oder eine direkte Demonstration. Solches gesammelte implizite Wissen kann mit dem zweiten Schritt der Externalisierung in explizites Wissen überführt werden. Erst jetzt erhält ein Unternehmen einen Mehrwert und kann es in zukünftigen Entwicklungen nutzen. Innerhalb der Externalisierung wird das Wissen niedergeschrieben bzw. erfasst und zugreifbar gemacht für Dritte. Im nächsten Schritt, der Kombination, wird das erfasste explizite Wissen integriert und vernetzt. Internes und externes Wissen wird gleichzeitig herbeigezogen und miteinander

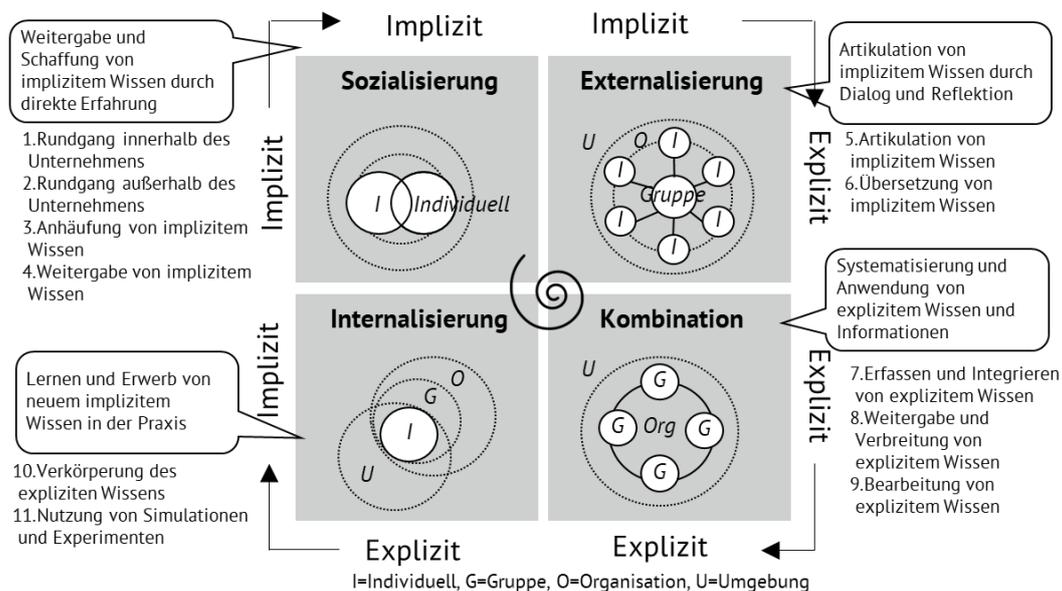


Abbildung 3-11 SECI-Modell zur Wissensgenerierung nach [NoTo2003]

vernetzt, mit der Absicht das eigene Wissen anzureichern und zu erweitern. Hierbei können Datenbanken oder Ontologien nützlich sein und bei der Vernetzung den Anwender unterstützen. In der letzten Phase, der Initialisierung, wird explizites Wissen wieder in implizites Wissen übertragen. Das liegt daran, dass der Mensch mit den neuen Erkenntnissen aus der Kombination arbeitet und neue Erfahrungen sammelt, der sogenannten praktischen Erfahrung. Diese neuen Erfahrungen führen wieder zu neuem implizitem Wissen im jeweiligen Kopf, welche gleichzeitig nicht abgelegt werden. Damit beginnt auch ein weiterer Zyklus der Methode bzw. beginnt die

Methode von vorne und verläuft damit spiralförmig. Der Gesamte Ablauf ist nicht auf eine Person begrenzt, sondern ermöglicht, dass gleichzeitig mehrere Individuen diesen durchlaufen können. Es ist zu erwähnen, dass es ein kreisförmiger Ablauf ist, der niemals ein Ende hat oder abgeschlossen ist [Nort2011], [NoTo2003]. Nonoka beschreibt dabei die Organisatorische Wissensbildung als einen spiralförmigen Prozess[NoTa1995].

#### *Fazit*

Mithilfe des SECI-Modelles kann in unterschiedlichen Lebenszyklusphasen Wissen generiert werden. Durch die stets kontinuierliche Weiterentwicklung bzw. -anwendung des Wissens, kann die Wissensgenerierung garantiert werden. Auch sieht es den Aspekt der Vernetzung für essentiell, für die Wissensgenerierung. Dieser Aspekt muss unbedingt Bestandteil eines Wissensmanagement und -generierung Ansatzes sein.

#### 3.3.7. Modell zur Kollaborativen Wissensgenerierung

Der Ansatz von [DuVB2009] beschäftigt sich mit der Wissensgenerierung in der Innovationsphase. In Abbildung 3-12 ist das Modell zum Vorgehen zu sehen, indem zwei Individuen miteinander kollaborieren, um gemeinsam Wissen zu kreieren. Zunächst wird Wissen miteinander geteilt und zwischen den Individuen verteilt. Dieses neue Wissen muss im nächsten Schritt interpretiert werden. Gleichzeitig entsteht dezentralisiertes Wissen durch die Kombinations- und Interpretationsmöglichkeiten des neuen Wissens mit dem bestehenden Fundus an eigenem Wissen. In Schritt drei findet eine Verhandlung bzgl. des neuen zu teilendem Wissens zwischen den Individuen statt. Dieses neue Wissen wird wiederum im letzten Schritt miteinander kombiniert und führt zu dem Resultat einer gemeinsamen Wissensgenerierung [DuVB2009].



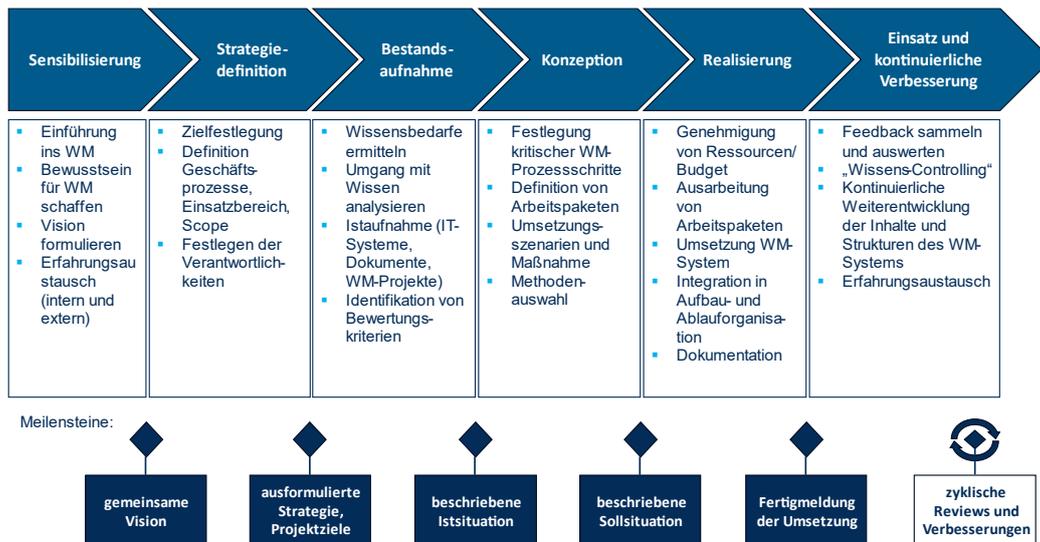


Abbildung 3-13 Wissensmanagement-Prozess nach VDI 5610 [VDI-2009]

Beteiligten bzgl. des Vorhaben zu involvieren und harmonisieren. Hier werden vor allem auch die genutzten Grundlagen aus der Norm den beteiligten mitgeteilt, sodass ein einheitliche Grundverständnis herrscht. Im nächsten Schritt findet die Strategiedefinition statt, wobei Verantwortlichkeiten festgelegt werden. Im Ganzen wird das gesamte Vorhaben dort vorgeplant und z.B. zu nutzenden Methoden für das Wissensmanagement ausgesucht. Innerhalb der Bestandsaufnahme werden zunächst bestehendes implizites und explizites Wissen aufgenommen. Gleichzeitig wird auch der Wissensbedarf festgelegt. Dabei helfen Interviews, Workshops oder Umfragen. Im nächsten Schritt findet die Konzeption statt, welche das Sollkonzept beschreibt und damit eine weitere Verfeinerung des Vorhabens erhält. Im vorletzten Schritt findet die Realisierung statt und startet mit der Freigabe des Projektes bzw. dem Budget. Damit ist dann der entwickelte Wissensmanagement Ansatz gestartet und wird im Unternehmen angewendet bzw. in die bestehenden Prozesse integriert. In der letzten Phase wird der Einsatz bzw. die kontinuierliche Verbesserung thematisiert. Diese sieht ein Verfahren mit Loop-Charakteristika, sodass es zu einer Steigerung des Wissens und der Qualität kommt [VDI-2009].

*Fazit*

Die VDI 5610 beschreibt einen Ansatz, wie das Konzept des Wissensmanagements innerhalb eines Unternehmens eingeführt werden kann. Gleichzeitig kann sie auch genutzt werden für die Entwicklung von Methoden und dabei als Grundlage fungieren. Dennoch ist die VDI 5610 kein klassischer Wissensmanagement Ansatz, welcher die Methoden oder Prozesse vorgibt. Lediglich ein Prozess, welcher unterstützend fungiert, wird zur Verfügung gestellt für die Stakeholder-spezifische Erstellung dieses benötigten Wissensmanagementansatzes.

### 3.3.9. Knowledge Based Engineering

Knowledge Based Engineering ist ein Ansatz, der im Konstruktions- und Entwicklungsprozess genutzt wird. Es optimiert bzw. automatisiert diese Prozessabschnitte mithilfe von Wissen und Daten [VeBv2012]. Bzgl. des Knowledge Based Engineerings gibt es unterschiedliche Ausführungen und Interpretationen und für die vorliegende Arbeit nutzen wir nur die Grundpfeiler des Ansatzes und bewerten ihn daran. Computer Aided Design ist im Hauptaugenmerk des Ansatzes und unterstützt dabei die Entwicklung von neuen Lösungen.

Die Eigenschaften des Knowledge Based Engineerings sind: Wissensrepräsentation, Automatisierung des Konstruktionsprozesses oder Optimierung hinsichtlich der Innovation bzw. Innovationsförderung. Das Wissen, welches genutzt wird ist meist sehr proprietär und einem Unternehmen zuzuordnen, da es meist ein langfristiger Prozess ist bis eine solche Wissensbasis aufgebaut worden ist und zufriedenstellende Ergebnisse liefert [Holl2018].

Eine Besonderheit des Knowledge Based Engineerings ist die gegebene Variation der Lösungen. Die Lösungen sind meist generativ und basieren auf der bestehenden Wissensbasis. Kommt es jedoch zu Änderungen oder weiteren Vernetzungen innerhalb der Wissensbasis, so können neuen Variationen des Modelles entstehen. Gleichzeitig können Restriktionen bzgl. Materialien oder besondere Eigenschaften eingepflegt werden, um diese Varianz zu ermöglichen. Damit ermöglicht es die Entwicklung von unterschiedlichen Produktvarianten, auf Basis einer einzigen Produktfamilie [Holl2018].

Ein besonderer Punkt ist die Optimierung der Innovation, welche unter anderem durch die automatisierten Konstruktionsprozesse gefördert wird. Somit können Innovationen schneller und kostengünstiger in ein reales Design umgewandelt werden.

#### *Fazit*

Der Knowledge Based Engineering Ansatz ermöglicht dem Nutzer eine deutliche Steigerung seiner Effizienz in Hinblick auf das Design und dem damit verbundenen Konstruieren. Gleichzeitig beeinflusst es die klassischen Entwicklungsparameter Zeit, Kosten und Qualität. Aus der Sicht des Wissensmanagements fördert es die Wissensbewahrung innerhalb eines Unternehmens, da es einen kontinuierlichen Zufluss von neuem Wissen und Rückfluss von bestehenden Entwicklungen bedarf. Dennoch hat dieser Ansatz nur einen reinen Fokus auf die Konstruktionsprozesse in der Entwicklung und betrachtet keine weitere Disziplin bzw. Bereiche.

### 3.3.10. Innovationswissensbasen nach Plum und Hassinik

Im Beitrag von Plum und Hassinik werden unterschiedliche Ausprägungen von Wissensbasen mit Innovationsfokus betrachtet. Meist wird zwischen einer analytischen, synthetischen und

symbolischen Wissensbase unterschieden. In der folgenden Abbildung 3-14 sind die Wissensbasen gegenübergestellt.

| Merkmal                        | Analytisch<br>science-based  | Synthetisch<br>engineering-based   | Symbolisch<br>creativity-based                                      |
|--------------------------------|--|--|---|
| Eigenschaft<br>des Wissens     | Kodifiziertes Wissen in Patenten und wissenschaftlichen Publikationen etc.     | Personengebundenes, implizites Wissen durch anwendungsbezogenes <i>know how</i> , praktische Fähigkeiten | Personengebundenes, implizites Wissen, praktische Fähigkeiten       |
| Generierung<br>von Wissen      | Deduktiv durch formale Modelle/ Wissenschaftlicher Input ( <i>know why</i> )   | Induktiv, anwendungs- u. problemorientiert ( <i>know how</i> )   | Interaktive, informelle und kreative Praxisorientierung             |
| Charakter des<br>Lernprozesses | Lernen durch Erforschen und Interagieren                                       | Lernen durch Tun, Nutzen und Interagieren  | Lernen durch Tun und Interagieren, Lernen von Jugend-/Straßenkultur |
| Austausch<br>von Wissen        | F&E-Zusammenarbeit mit Betrieben (F&E-Abteilungen) und Forschungseinrichtungen | Interaktiver Lernprozess mit Kunden und Zulieferern  | Wissensaustausch innerhalb branchenspezifischer „communities“       |
| Innovations-<br>verständnis    | Radikale Innovationen, Innovationen auf Grundlage neuen Wissens                | Inkrementelle Innovationen, Innovationen durch Anwendung/ Kombination bestehenden Wissens                | Innovationen durch kreative Verknüpfung bestehenden Wissens         |

Abbildung 3-14 Vergleich der Wissensbasen in Anlehnung an [PlHa2011]

Die **analytische Wissensbasis** beruht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen und hat als Hauptaufgabe die Generierung von neuem Wissen. Spezielle Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, welche zum Teil mit externen Forschungsinstituten kollaborieren, haben sich als Ziel gesetzt eine Grundlagen- bzw. Angewandte Forschung für neue Produkte und Prozesse zu tätigen [Kirc2012]. Somit ist es eine Voraussetzung, dass viele der beteiligten Akteure eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen unterhalten. Des Weiteren bezieht es sich mehr auf universelles und theoretisches Wissen und Projekte bzw. Innovationsidee, welche solch eine Wissensbasis nutzen. Diese Art von Wissensbasen sind meist von einem sehr starkem Wissenschaftlichen Input abhängig. Innerhalb der Wissensbasis wird Wissen wiederum in Form von deduktiven, kognitiven und rationalen Prozessen oder auf Basis von formalen Modellen generiert. Die Nutzer der analytischen Wissensbasis sind mehrheitlich global aufgestellt und fokussieren mit ihren Bestrebungen eine radikale Produkt- und Prozessinnovation [PlHa2011].

Die **synthetische Wissensbasis** umfasst technisch oder technologisch basiertes, instrumentelles, kontextspezifisches und praktisches Wissen [PlHa2011]. Der Kontext innerhalb einer Innovation, in der eine solche Wissensbasis zum Einsatz kommt, ist meist die Konstruktion eines Produktes bzw. Prozesses mit dem Ziel eine Funktion zu erfüllen [John2002]. Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten sind nur selten der Fall und finden in einem beschränkten Umfang statt. Kommt es dennoch zu einer Forschung, handelt es sich größtenteils um angewandte Forschung. Erfahrungen spielen eine enorm wichtige Rolle. Dieses implizite Wissen soll an weitere Nutzer übertragen werden, dies kann unter anderem durch die Transformation in explizites Wissen

geschehen oder durch direkten face-to-face Kontakt. Dieser Aspekt setzt somit voraus, dass eine räumliche Nähe zwischen den beteiligten Akteuren vorhanden sein muss. Die Wissensgenerierung ist bei dieser Ausprägungsform vorwiegend reduziert auf die Modifikation von bestehenden Lösungen von Produkten und Prozessen [PlHa2011].

Die **symbolische Wissensbasis** unterscheidet sich im Anwendungsfall grundlegenden zu den zuvor vorgestellten Ausprägungsformen. Meist kommt sie zum Einsatz beim Design, dem Image von Marken oder allgemeiner gesprochen in unterschiedlichen Formen von kulturellen Artefakten und somit in kreativen bzw. kulturellen Branchen. Damit sind auch die Innovationen meist in einem symbolischen oder immateriellen Kontext verortet [PlHa2011]. Voraussetzung bei den beteiligten Akteuren sind im Gegensatz zu den vorherigen Ansätzen eine besondere Kreativität und Vorstellungsvermögen, statt einer universitären Ausbildung. Dadurch ist das Wissen auch sehr an Personen gebunden und explizit [AsCM2007]. Die räumliche Nähe hat damit einen extrem hohen Stellenwert, damit ein Austausch auf der face-to-face Ebene innerhalb eines Projektes möglich ist.

#### *Fazit*

Der Ansatz von [PlHa2011] beschreibt die möglichen Ausprägungsformen von Wissensbasen innerhalb der Innovationsphase. Durch die Differenzierung in drei unterschiedliche Wissensbasen, ist es dem Nutzer möglich seine Wissensbasis dem Anwendungsfalls anzupassen bzw. auszuwählen. Im Kontext der Innovationsentwicklung von Smarten Produkten wird sowohl bestehendes Wissen, welches aus vorherigen Entwicklungen stammt, als auch neues Forschungswissen benötigt. Somit würde sich für den Ansatz dieser Arbeit und der zu entwickelnden Wissensbasis eine hybride Lösung zwischen analytischem und synthetischem Ansatz ergeben.

#### ***Fazit und zusammenfassende Bewertung der Ansätze***

Mit der Analyse der Grundlagen und des Stands der Technik wurden die aktuellen Grenzen und fokussierten Bereiche der relevanten Thematiken, im Hinblick auf die zu Beginn definierte Problemstellung, adressiert. Durch die Aufteilung in die drei Hauptbereiche kollaborative Innovationsprozesse, Vernetzung von Produkt-bezogenem Wissen und Wissensverwaltung und -generierung konnte eine klare Übersicht über derzeit bestehende Lösungsmöglichkeiten gegeben werden. In allen drei Bereichen gibt es unterschiedliche Ansätze, welche zum Teil auch die benötigte Thematik adressieren, jedoch wird meist nur ein Bereich adressiert und nicht alle komplementär und vereint in einem Ansatz. Dies liegt unter anderem an dem begrenzten Fokusbereich der unterschiedlichen Ansätze. Zentrale Defizite in den drei Bereichen sind:

- Keine ganzheitliche Unterstützung der Innovation, sowohl prozessual als auch methodisch und die Integration in vorgelagerte bzw. nachgelagerte Entwicklungsphasen.
- Defizite beim Ermöglichen von kollaborativem Wissensmanagement und -generierung innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken mit dem Fokus der Innovationsentwicklung.
- Fehlende Grundlage für das Vernetzen von Wissen bzgl. Smarten Produkten auf Grundlage einer Ontologie.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die bestehenden Grundlagen und Forschungsansätze für eine weitere Entwicklung sowie eine Kombination der Forschungsideen genutzt werden können. Für die Entwicklung der Innovationsmethodik dieser Dissertation müssen dennoch Anforderungen auf Grundlage der aktuellen Forschungsstände erhoben werden, mit dem Ziel einer Lösung für die zuvor definierte Problemstellung. Gleichzeitig müssen diese wiederum gegenüber den unterschiedlichen Ansätzen angewendet werden.

#### 4. Anforderungsermittlung an die zu entwickelnde Innovationsmethodik

Für den Ansatz in dieser Dissertation wird eine Innovationsmethodik entwickelt. Laut Martin [Mart1997] lässt sich eine Methodik definieren als eine Sammlung von relevanten Prozessen, Methoden und Tools. Doch zunächst muss eine Abgrenzung geschaffen werden zwischen diesen unterschiedlichen Begriffen. Martin grenzt die Begriffe Methode, Prozesse, Tools und Umgebung (PMTU) voneinander ab und beschreibt zeitgleich den Einfluss von Menschen und Technologien darauf, zu sehen in Abbildung 4-1 [Mart1997].

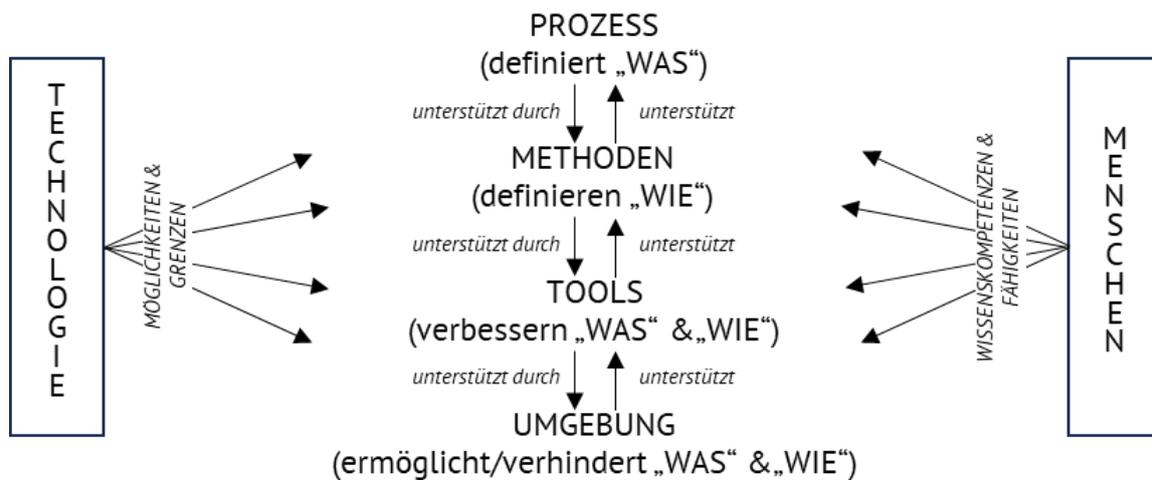


Abbildung 4-1 Prozess, Methoden, Tools und Umgebung nach [Este2008], [Mart1997]

Der **Prozess** besteht aus unterschiedlichen logischen Aufgaben, die in einer Abfolge stattfinden und mit denen ein bestimmtes Ziel erreicht werden soll. Somit legt der Prozess fest, „Was“ genau zu erledigen ist, um das Ziel zu erreichen. Dabei wird aber nicht beschrieben, „Wie“ das zu erledigen ist, denn das wird durch die **Methode** beschrieben. Die Methode besitzt damit die Techniken, um den Prozess umzusetzen und das Ziel zu erreichen. Zeitgleich kann innerhalb einer Methode ein Prozess durch das Erledigen der einzelnen Aufgaben ablaufen. Für die Umsetzung einiger dieser Techniken innerhalb der Methode werden **Tools** benötigt. Mithilfe des Tools können die Prozesse und Methoden bzw. das „Was & Wie“ verbessert werden. Zuletzt gibt es noch die **Umgebung**, welche wiederum auf all dies Einfluss nehmen kann und es dadurch ermöglichen oder sogar verhindern kann [Mart1997].

Unter Betrachtung der Gesamtheit des zu entwickelnden Ansatzes, ergibt sich eine Methodik, die aus verschiedenen unterschiedlichen Methoden, Prozessen und Tools besteht. Jedoch ist die einzelne Innovationsmethode in sich der leitende Ansatz und führt die weiteren Konzepte an und integriert sie in sich selbst. Im konkreten Fall der KIRV-Methode ist jedoch bei der Betrachtung des Ganzen und unter dem Aspekt der wissenschaftlichen Vorgänge eine Methodik im Einsatz, statt einer Methode.

#### 4.1. Allgemeine Anforderungen an die Methodik

Bevor es zu den spezifischen Anforderungsdefinitionen kommt, müssen zunächst allgemeingültige Anforderungen an die Methodik gestellt werden. Damit die Methodik zum Einsatz kommen kann und übergreifend akzeptiert wird, müssen laut Lindahl unter anderem folgende Anforderungen gelten [Lind2005]:

- **Einfache Adaption und Umsetzung:** Diese Anforderung ist ausschlaggebend, ob die späteren Bestandteile einer Methodik weitflächig zum Einsatz kommen oder nicht.
- **Einfache Anforderungsdefinition durch den Entwickler:** Dem Entwickler muss die Möglichkeit gegeben werden, eine einfache Bedienung und Definition von Anforderungen an das zukünftige Produkt vorzunehmen.
- **Reduktion der möglichen Risiken, das Elemente in der Entwicklung vergessen wurden:** Der Ansatz soll möglichst komplementär gehalten sein und Selbstkontrollen beinhalten.
- **Reduktion der gesamten Entwicklungszeit:** Mit der Reduktion der Zeit werden enorme Ressourcen in den jeweiligen Unternehmen eingespart.

Mit den Grundanforderungen durch Grabowski und Geiger können weitere Grundbausteine einer allgemeingültigen Methode festgelegt werden und als Voraussetzung für die folgende Methodik Entwicklung gelten. Somit lassen sich folgende Anforderungen definieren:

- Verbesserung der Prozesse
- Reduzierung von iterativen Schleifen
- Visualisierung des vorhandenen Wissens
- Unterstützung bei der Erreichung von Kosten- und Terminzielen
- Einsparung von Zeit und Kosten
- Unterstützung bei der Dokumentation
- Hilfe bei technischen und organisatorischen Entscheidungen
- Unterstützung beim Erreichen kunden- und zielorientierter Entscheidungen
- Unterstützung beim Zugriff auf verknüpfte Informationen

nach [Grab1997], [Apos2023].

#### 4.2. Spezifische Anforderungen an die Methodik

Grundlage für die weitere spezifische Anforderungsermittlung sind der im späteren Verlauf genutzte Anwendungsfall „WLC“ und die ausführliche Bewertung der bestehenden Ansätze. Mithilfe der bestehenden Erkenntnisse hinsichtlich der Problematiken Entwicklung des WLC können eine Vielzahl der spezifischen Anforderungen definiert werden. Dabei wurden die Situationen bei der WLC-Entwicklung mit dem derzeitigen Stand der Forschung aus Kapitel 3

verglichen. Durch den Vergleich wird ersichtlich, wo Bedarfe bestehen und vor allem an welchen Problemstellungen bereits Lösungen existieren.

Zusammen mit den zuvor definierten allgemeingültigen Anforderungen und den nun zu definierenden spezifischen Anforderungen ist es möglich, eine Methodik zu entwickeln, die es ermöglicht, eine Innovationsmethode mit einer wissensbasierten Kollaboration zu ermöglichen.

Insgesamt lassen sich drei Kerngebiete definieren, in denen Anforderungen definiert werden müssen:

- Prozess
- Methode
- Tools

#### 4.2.1. Prozess-bezogene Anforderungen

*RQ1: Es muss eine ganzheitliche Betrachtung der Innovationsphase erfolgen*

Der Innovationsprozess muss die gesamte Entwicklung der Innovation abdecken und vom Ende der Invention bis zur konkreten Produktentwicklung den Anwender unterstützen. Dabei soll die Idee aus der Invention mit Wissen angereichert und vorbereitet werden, um in konkreten Produktanforderungen zu münden.

*RQ2: Die Methodik muss direkte Schnittstellen zu den angrenzenden Phasen haben*

Mit der Angrenzung zur Invention und Produktentwicklung müssen auch Modelle importiert und exportiert werden können. So müssen Ideen in Form eines initialen Anforderungsmodells und dazugehörigen Ideenbeschreibung aufbereitet und in die Innovation importiert werden. Gleichzeitig müssen die gesamten Resultate in Form eines ganzheitlichen Innovationsmodells zusammengefasst werden, das dann an die Produktentwicklung exportiert werden kann. Durch diese direkten Abhängigkeiten und Schnittstellen ist die Integration der Methodik in bestehende Ansätze vereinfacht und zeitgleich auch die Akzeptanz gegenüber dem Neuen.

*RQ3: Die Integration der Methodik in einen bestehenden und bekannten Entwicklungsansatz*

Mit der Integration in einen bestehenden Ansatz bzw. der Erweiterung eines Ansatzes hinsichtlich der Innovationsphase kann die Akzeptanz deutlich erhöht werden. Gleichzeitig ermöglicht es einen nahtlosen Übergang in folgende Phasen.

*RQ4: Integration von unterschiedlichen bestehenden Lösungsmöglichkeiten, weites Spektrum*

Zu Beginn des Innovationsprozesses muss es möglichst lösungsneutral gehalten sein, sodass eine Vielzahl an möglichen Lösungen betrachtet werden kann. Damit kann ein Maximum des Spektrums an Lösungen erreicht werden.

*RQ5: Der Prozess muss die Ideengenerierung und -bewertung unterstützen*

Der Innovationsprozess muss einen Fokus auf die Ideengenerierung und -bewertung setzen und diese frühzeitig durchführen, sodass die Anwender bei der Auswahl der Ideen unterstützt werden können und damit die möglichst beste Lösung zustande kommt.

*RQ6: Der Prozess muss die Implementierung und Validierung der Innovation ermöglichen*

Innerhalb des Innovationsprozess muss vorgesehen werden, dass eine Implementierung der Innovation stattfindet und zeitgleich die Validierung. So kann garantiert werden, dass in den nachfolgenden Entwicklungsphasen es zu keinen Problemen oder Fehlern innerhalb der Entwicklung kommt.

*RQ7: Steuerung und Sicherung der Kollaboration*

Es muss abgesichert sein, dass die notwendige Kollaboration in einem ausreichenden Maß stattfinden. Der Prozess soll Modell aufzeigen bzw. definieren, welche die benötigte Kollaboration zwischen den unterschiedlichen Stakeholder aufzeigt. Alle relevanten Stakeholder sind dann im Entwicklungsprozess eingebunden.

#### 4.2.2. Methoden-bezogene Anforderungen

*RQ8: Ermöglichen einer eigenen Selbstkontrolle und finale Validierung der Resultate*

Innerhalb der Methode muss es Quality-Gate ähnliche Meilensteine geben, an denen die Ergebnisse bewertet werden und eine Selbstkontrolle durchgeführt wird. Damit soll das Auftreten von späten und kostenintensiven Problemen begrenzt werden. Am Ende muss auch das Resultat gegenüber der zu Beginn definierten Anforderungen validiert werden.

*RQ9: Ermöglichen von Innovationsentwicklungen und reinem Fokus auf die Innovationsphase*

Ziel ist es, innerhalb der Innovationsphase keinen finalen Stand zu erreichen, sondern Wissen so weit anzureichern, dass es in den frühen Produktentwicklungsphasen genutzt werden kann. Dennoch können initiale Anforderungen definiert werden, welche dann in der nächsten Phase finalisiert werden können.

*RQ10: Ermöglichen der zeitgleichen Entwicklung der Innovation und Analyse der Vermarktung*

Nicht nur die Idee aus der Invention muss innerhalb der Methode weiterentwickelt werden, sondern auch konkrete Geschäftsmodelle, um einen garantierten Erfolg des späteren Produktes zu ermöglichen.

*RQ11: Die Integrationsmöglichkeit von unterschiedlichen Stakeholdern und Disziplinen innerhalb einer Methode*

Bei der Entwicklung von komplexen Smarten Produkten kommt es zu einer interdisziplinären Entwicklung mit unterschiedlichen Stakeholdern. Es muss ermöglicht werden, dass diese

gemeinsam entwickeln und kollaborieren können. Die Methode muss deren Integration und den gemeinsamen Austausch fest verankern und als einzelne Schritte betrachten. Nur so kann eine übergreifende Kollaboration auch gesichert werden.

*RQ12: Ein übergreifender Einsatz über mehrere Stakeholder in der Form eines Wertschöpfungsnetzwerkes*

Aspekte der konkreten Wertschöpfungsnetzwerkbildung müssen in der Methode betrachtet werden, um die einheitliche Zusammenarbeit in solch großen Verbänden zu garantieren.

*RQ13: Unterstützung bei der Auswahl der beteiligten Stakeholder*

Durch die Integration des maximalen Lösungsspektrums müssen auch eine Vielzahl von Stakeholdern zu Beginn beteiligt sein. Dennoch muss es möglich sein, auf Basis der zu entwickelnde Methode und der erweiterbaren und vorgegebenen Anforderungen eine Auswahl zu treffen.

*RQ14: Feine Ausarbeitung der einzelnen Innovationsprozessschritte, um Anwender genau zu leiten*

Der zu entwickelnde Innovationsprozess muss mit einer Methode unterstützt werden, welche wiederum in kleinen und konkreten Prozessschritten den Anwender anleitet und führt. Somit wird eine Reduktion der möglichen Fehler im Ablauf reduziert und verringert die späteren Iterationen.

*RQ15: Eine frühe Definition und Verbreitung des zu erwartenden Ergebnisspektrums*

Mit der frühen Beschreibung eines Ergebnisspektrums kann die Integration von fremden Stakeholdern erleichtert werden, sodass sie konkret Wissen, was sie erwartet und welche Aufgaben sie meistern müssen bzw. welche Kompetenzen dafür benötigt werden.

*RQ16: Es müssen Rollen innerhalb der Methodik definiert werden*

Mit der Definition von Rollen innerhalb der Methodik können Aufgaben gefördert und der kontinuierliche Fortlauf der Methode garantiert werden. Unterschiedliche Rollen garantieren die Umsetzung ihrer Aufgaben und damit auch der Innovation. Auch bei der Integration von einer Vielzahl von Stakeholdern, ist es nicht möglich, eine unbegrenzte Anzahl an Vertretern von den jeweiligen Unternehmen zu beteiligen, somit werden auch dort spezifische und verantwortliche Rollen benötigt.

#### 4.2.3. IT-Tool-bezogene Anforderungen

*RQ17: Abbildung der Gesamtarchitektur einschließlich der erforderlichen Subsysteme innerhalb der Wissensbasis*

Innerhalb der Wissensbasis muss die gesamte Architektur der Innovation in Form von Wissen nachmodelliert sein. Damit kann erreicht werden, dass das Wissen mit der Übergabe in die

Produktentwicklung vollständig ist und zeitgleich eine erhöhte Vernetzung unter den unterschiedlichen Wissensmodellen stattfindet.

*RQ18: Ermöglichen einer statischen und dynamischen Vernetzung der Wissensmodelle*

Für das Erreichen einer verdichtenden Vernetzung ist die Symbiose einer statischen und dynamischen Vernetzung notwendig. Somit soll es unter anderem möglich sein, Wissen von den Anwendern zu vernetzen, auch durch Anwendung von Ontologien.

*RQ19: Semantische Vernetzung der Wissensmodelle und -elemente innerhalb der benötigten Wissensbasis*

Die Vernetzung der unterschiedlichen Modelle und Elemente, dynamisch oder statisch, muss semantisch erfolgen. Damit entstehen Beziehungen zwischen dem Wissen und neue mögliche Verknüpfungen können entstehen. Dies kann wiederum in neuem Wissen resultieren.

*RQ20: Garantie von Import und Export von Wissensmodellen in bzw. aus der Wissensbasis*

Es muss den Anwendern ermöglicht werden, ihr Wissen zu importieren und zeitgleich das neu entwickelte Wissen für einen externen Einsatz außerhalb der Wissensbasis zu exportieren. Somit muss die Wissensbasis hier auf standardisierte Formate aufbauen, um dies übergreifend über alle Stakeholder anbieten zu können.

*RQ21: Einhaltung von Intellectual Property (IP) Aspekte bei der Modellierung des Wissensaustauschs und der Wissenskollaboration*

Beim Nutzen der Wissensbasis muss gewährleistet werden, dass das importierte Wissen nicht von jedem Nutzer einsehbar und nutzbar ist. Mithilfe von Rollen und Strukturen in der Wissensbasis muss der Zugang begrenzt und verwaltet werden können.

*RQ22: Ermöglichen einer Integration einer Innovationswissensbasis in bestehende IT-Ökosysteme*

Um eine ganzheitliche Nutzung über alle Stakeholder hinweg zu erreichen, muss die Wissensbasis möglichst einfach in bestehende Ökosystem integriert werden. Hierzu kann sie entweder auf bestehende Standards aufbauen oder mithilfe von Standardformaten kommunizieren.

*RQ23: Ermöglichen einer semantischen Suche in der Wissensbasis*

Um einen vollen Benefit durch die Wissensbasis zu erhalten, muss es für die Anwender möglich sein, nach relevantem Wissen zu suchen. Dabei sollte die Suche von ihnen selbst durchführbar sein, ohne die Hilfe von weiteren Rollen. Gleichzeitig soll die semantische Beziehung der jeweiligen Wissensmodelle aufgezeigt werden, um weitere Relevanzen erschließen zu können.

*RQ24: Ermöglichen von Vorschlägen bei der Wissenssuche innerhalb der Wissensbasis, für die Vertiefung der Suche*

Dem Anwender müssen auf Basis der semantischen Beziehungen und dem Verlauf der vorherigen Suchen Empfehlungen ausgesprochen werden. Die Wissensbasis fördert damit aktiv die Suche nach weiterem relevantem Wissen, welches unter anderem durch die statische bzw. dynamische Vernetzung vorhanden ist.

*RQ25: Ermöglichen der gemeinsamen Wissenskollaboration von unterschiedlichen Stakeholdern untereinander*

Den Nutzern muss es möglich sein, in einen direkten Kontakt mit weiteren Stakeholdern zu treten. Dies kann unterschiedliche Beweggründe haben, wie der weitere Bedarf an vertiefendem Wissen. Somit muss die Möglichkeit eines direkten Kontakts, ohne die Integration von weiteren Stakeholdern, gegeben sein.

*RQ26: Die Ontologie muss auf einer bestehenden Beschreibungssprache entworfen werden und in die Wissensbasis integrierbar sein*

Für eine vereinfachte Integration sollte die Ontologie auf einer bestehenden formalen Beschreibungssprache wie z.B. die OWL formuliert sein. Dadurch wird auch die Integration in die zu entwickelnden Wissensbasis ermöglicht.

*RQ27: Ermöglichen des vernetzen von unterschiedlichem Domänenwissen im Kontext der Smarten Produkte*

Für die Verwendung der Wissensvernetzung von Smarten Produkten muss, aufgrund der gegebenen Interdisziplinarität, eine übergreifende Vernetzung von Domänenwissen realisiert werden. Die zu entwickelnde Ontologie muss somit genauso interdisziplinär aufgestellt sein und unterschiedliche Domänen fokussieren.

*RQ28: Ermöglichen der Wandelbarkeit der Ontologie und der Anpassung an unterschiedliche Innovationsvorhaben*

Die Ontologie muss modular entworfen werden, sodass eine kontinuierliche Anpassung im Verlauf der Innovationsentwicklung vorgenommen werden kann. Zeitgleich muss ermöglicht werden, die Ontologie für unterschiedliche Innovationsvorhaben anzupassen und je nach Anwendungsfall mit spezifischen Klassen zu erweitern.

### **4.3. Reflektion der Anforderungen gegenüber dem Stand der Technik**

Die in diesem Kapitel definierten Anforderungen aus den Bereichen Prozesse, Methoden und Tools dienen als Grundlage für die Methodik Entwicklung in Kapitel 5. Dennoch muss eine Bewertung der Ansätze aus Kapitel 3 gegenüber den Anforderungen stattfinden, sodass eine Absicherung gegenüber dem Stand der Technik besteht. Eine strikte Trennung der Anforderungen in die Bereiche Prozesse, Methoden und Tools ist hier nicht zielführend. Es ist sinnvoll die Anforderungen in Form von Perspektiven bzw. Anforderungsbereichen zu bündeln, auf Basis der

initialen Recherche aus Kapitel 2 und 3. Diese Anforderungsbereiche sind auch in der folgenden Abbildung 4-2 zu sehen. Dabei wurden die Anforderungsbereiche so ausgewählt, dass sie möglichst offengehalten sind und ein maximum abdecken können. Gleichzeitig widerspiegeln sie das Minimum der erforderlichen Charaktereigenschaften eines Ansatzes, sodass eine Relevanz vorhanden ist für die zu entwickelnde Methodik dieser Arbeit. Die Bewertung ist nicht endgültig, sondern nur aus Sicht der zu entwickelnde Methodik bzw. den dazu benötigten und definierten Anforderungen.

|                          | Lösungsansätze              | Anforderungsbereiche |                    |   |                           |                   |                          |                              |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|---|---------------------------|-------------------|--------------------------|------------------------------|
|                          |                             | Wissens-generierung  | Wissens-verwaltung | Unternehmens-übergreifenden Kollaboration | Fokus auf Smarte Produkte | Innovations-fokus | Kollaborations-förderung | Wertschöpfungs-netzwerkfokus |
| Innovationskollaboration | Gausemeier                  | ○                    | ○                  | ◐   | ○                         | ◐                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Amati                       | ◐                    | ◐                  | ○   | ○                         | ●                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Chesbrough                  | ◐                    | ◐                  | ●   | ○                         | ●                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | ARENA2036                   | ○                    | ◐                  | ●   | ○                         | ◐                 | ●                        | ●                            |
|                          | Bergman                     | ●                    | ●                  | ●   | ◐                         | ◐                 | ●                        | ◐                            |
|                          | Kage                        | ◐                    | ◐                  | ◐   | ○                         | ◐                 | ◐                        | ●                            |
|                          | Leinmeister                 | ○                    | ○                  | ◐   | ○                         | ◐                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Kolfschoten                 | ○                    | ◐                  | ◐   | ○                         | ○                 | ◐                        | ●                            |
|                          | Cooper                      | ○                    | ◐                  | ◐   | ○                         | ●                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Herstatt                    | ○                    | ○                  | ◐   | ○                         | ●                 | ◐                        | ◐                            |
| Wissensvernetzung        | Jiang                       | ◐                    | ●                  | ◐   | ●                         | ○                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Maleki                      | ◐                    | ●                  | ◐   | ◐                         | ◐                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Wawrzik                     | ◐                    | ●                  | ◐   | ◐                         | ●                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Berat                       | ◐                    | ●                  | ◐   | ◐                         | ○                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Pagoropoulos                | ◐                    | ●                  | ◐   | ◐                         | ○                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | Correia                     | ◐                    | ●                  | ●   | ◐                         | ○                 | ●                        | ◐                            |
|                          | Todrovic                    | ◐                    | ●                  | ◐   | ○                         | ◐                 | ◐                        | ○                            |
|                          | Blessing                    | ◐                    | ◐                  | ○   | ○                         | ○                 | ◐                        | ○                            |
|                          | Amelingmeyer                | ◐                    | ●                  | ○   | ○                         | ○                 | ○                        | ○                            |
|                          | Büchel                      | ●                    | ●                  | ◐   | ○                         | ○                 | ◐                        | ●                            |
| Wissensverwaltung        | Karadsheh                   | ◐                    | ◐                  | ○   | ○                         | ◐                 | ◐                        | ○                            |
|                          | Nonaka                      | ●                    | ◐                  | ◐   | ○                         | ◐                 | ◐                        | ○                            |
|                          | Du Chatenier                | ●                    | ◐                  | ●   | ○                         | ●                 | ◐                        | ◐                            |
|                          | VDI 5610                    | ◐                    | ●                  | ◐   | ○                         | ○                 | ◐                        | ○                            |
|                          | Knowledge Based Engineering | ◐                    | ●                  | ◐   | ○                         | ◐                 | ◐                        | ○                            |
|                          | Plum                        | ◐                    | ●                  | ◐   | ○                         | ●                 | ◐                        | ○                            |

Abbildung 4-2 Bewertung aller untersuchten Ansätze gegenüber den Anforderungen

Wie in Abbildung 4-2 zu sehen ist erfüllt keines der untersuchten Ansätze die unterschiedlichen Anforderungsbereiche vollumfänglich bzw. zufriedenstellend. Dies liegt unter anderem am separaten und selektiven Fokus der Ansätze und ermöglicht somit bedingt eine übergreifende Sicht auf alle Anforderungsbereiche bzw. dem Prozess, der Methode und dem Tool. Dennoch bietet es sich an unterschiedliche Konzepte aus den Ansätzen zu nutzen bzw. innerhalb der zu entwickelnden Methodik wiederzuverwenden und gleichzeitig anzupassen und zu erweitern.

### **Ansätze zur Innovationskollaboration in Wertschöpfungsnetzwerken**

Die vorgestellten Ansätze agieren alle in der Innovationsphase, jedoch grenzen sie diese unterschiedlich voneinander ab und setzen somit unterschiedliche Grenzen entlang des Lebenszyklus. Gleichzeitig fokussieren sie überwiegend nur den reinen Innovationsprozess, ohne ihn dabei methodisch zu unterstützen. Die Methode unterstützt den Anwender genauer und legt damit den Prozess auf eine darunterliegende Ebene, wodurch bessere Resultate erreicht werden können. Gleichzeitig werden Aspekte wie die Definition von Rolle, Agieren in Wertschöpfungsnetzwerken oder die Integration in eine bestehende Entwicklungsmethodik nur jeweils einzeln von den Ansätzen betrachtet und nicht vereint in einem.

### **Ansätze zur Wissensvernetzung von Smarten Produkten**

Bei der Suche nach relevanten Ontologien zum Vernetzen des vorhandenen Wissens gab es leider nur eine sehr begrenzte Auswahl. Gleichzeitig sind einiger dieser nicht veröffentlicht worden und deswegen nicht untersucht werden. Keine der hier in der Arbeit vorgestellten Ontologien erfüllt vollumfänglich die Aspekte, welche bei einer Smarten Produkt Ontologie.

benötigt werden. Unter anderem werden nur die Nachhaltigkeitsaspekte betrachtet oder haben einen zu großen Fokus auf einzelne Bereiche innerhalb der Smarten Produkte. In der GBO, welche keine klassische Smarte Produkt Ontologie ist, werden nur Komponenten betrachtet, die für die Entwicklung von Smarten Produkten benötigt werden. Es wird somit eine Ontologie benötigt, welche es ermöglicht, das Wissen eines Smarten Produkts bzw. einer Innovationsidee zu vernetzen. Dabei muss eine Vernetzung der Komponenten bis hin zum Service erfolgen. Dennoch muss nicht alles von Grund auf neu entwickelt werden. Bestehende Ansätze, wie die in dieser Arbeit vorgestellt wurden, können weiterentwickelt und kombiniert werden, um so eine vollständigere Smarte Produkt Ontologie zu erhalten.

### **Ansätze zur Wissensverwaltung und -generierung im Kontext von Wertschöpfungsnetzwerken**

Die vorgestellten Ansätze beschreiben unter anderem Rahmenwerke für das Wissensmanagement, Möglichkeiten kollaborativ Wissen zu generieren oder Wissen innerhalb eines Unternehmens zu integrieren. Im Gesamten verfolgen alle vorgestellten Ansätze, das Konzept neues Wissen zu erlangen und dieses in einer strukturierten Form vorliegen zu haben, sodass es erfolgreich genutzt werden kann. Dennoch werden Aspekte wie das gemeinsame Entwickeln mit unterschiedlichen Stakeholdern und dem dazugehörigen Vernetzen nicht betrachtet. Durch das strukturierte Ablegen von Wissen kann eine Systemstruktur im Kontext des Wissensmanagements reproduziert werden, was zur Vereinfachung der Wissenssuche führt und zeitgleich die Analyse angrenzender und mögliche Symbiosen zu kreieren, ermöglicht. Des Weiteren fehlt bei den Ansätzen das methodische Rückgrat, was den korrekten Import bzw. die jeweilige Verfügbarkeit des benötigten Wissens erst ermöglicht.

**Fazit**

Durch die Aufteilung in die einzelnen Bestandteile der zu entwickelnden Innovationsmethodik konnten insgesamt 28 Anforderungen erhoben werden. Alle Anforderungen stammen aus dem Bereich des Anwendungsfalls WLC und sind in Verbindung gebracht worden zum derzeitigen Stand der Forschung, welcher in Kapitel 3 bewertet worden ist.

Die Anforderungen zum Innovationsprozess umfassen unter anderem den Umfang und die einzelnen Schritte. Vor allem einzelne notwendige Schritte sind explizit innerhalb der Anforderungen erwähnt worden. Auch die Einordnung in der Gesamtsicht eines Produktlebenszyklus ist durch die Anforderungen gesichert. Der Aspekt der Kollaboration, welcher über alle Anforderungsbereiche gelten muss, ist auch innerhalb der Prozessanforderungen berücksichtigt.

Die Methode besitzt Anforderungen, um die Bewertungsfaktoren Zeit, Kosten und Qualität zu sichern. Gleichzeitig wird abgesichert, dass innerhalb der Entwicklung ein reiner Fokus auf die Innovation liegt und somit keine Produktentwicklung stattfindet. Aspekte bzgl. der Kollaboration werden vereint mit der Thematik der Wertschöpfungsnetzwerke und sollen so die benötigte Kollaboration innerhalb der Wertschöpfungsnetzwerke sichern. Dennoch setzt die Methode voraus, dass weitere spezifische Methoden zum Einsatz kommen, um die Innovationsmethode der KIRV-Methodik zu unterstützen z.B. bei der Stakeholderauswahl.

Das Tooling umfasst sowohl die benötigte Wissensbasis als auch die dazugehörige Wissensvernetzung, welche wiederum unterstützt wird durch die benötigte Ontologie. Mithilfe der Anforderungen soll eine ausreichende Wissensvernetzung über alle Wissensmodelle hinweg stattfinden und somit die Kollaboration fördern. Mithilfe der Anforderungen soll vor allem eine statische als auch dynamische Vernetzung garantiert werden. Des Weiteren muss sichergestellt werden, dass es zu einem Wissensimport kommen kann und auch dies wird mithilfe der Anforderungen sichergestellt.

Über alle Anforderungen hinweg, wird eine gemeinsame Innovationsentwicklung innerhalb einer Wertschöpfungsnetzwerk angestrebt durch die Anforderungen. Dabei liegt vor allem der Fokus auf die dafür benötigte wissensbasierte Kollaboration.

## **5. Methodik zur wissensbasierten Kollaborationsförderung in der Innovationsentwicklung**

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Entwicklung der Methodik für die Förderung der Innovationsphase und den nachfolgenden Entwicklungsphasen mithilfe einer wissensbasierten Kollaborationslösung von unterschiedlichen Stakeholdern innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes. Mit der Analyse der Grundlagen und des Stands der Forschung in Kapitel 3 wurden unterschiedliche Forschungslücken in Bezug zur Förderung der Kollaboration innerhalb einer gemeinsamen Innovationsentwicklung analysiert. Daraufhin wurden in Kapitel 4 Anforderungen für die Entwicklung eines Ansatzes definiert mit dem Ziel, diese Forschungslücken zu schließen und eine übergreifende Methodik zu entwickeln, welche die unterschiedlichen Probleme gesamtheitlich betrachtet und adressiert.

Hierzu wird zunächst etablierter Ansatz des MVPE-Modells [EiRZ2014] ausgewählt und um den Innovationskontext erweitert. Dieser Ansatz wurde aufgrund seines Fokus auf die cyber-physischen Produkte auserwählt, welche charakteristisch den smarten Produkten sehr nah sind. Damit kann eine nachfolgende Entwicklung in der Produktentwicklungsphase ermöglicht werden. Auf dieser Grundlage werden dann die benötigten Konzepte hinsichtlich Innovationsmodell, Innovationsprozess, ganzheitliche Methode und das dazugehörige Tooling für das Wissensmanagement beschrieben. Hierbei wird das Innovationsmodell benötigt, da ein etablierter Ansatz benötigt wird und somit als Grundlage fungiert.

### **5.1. Vorgehen zur Entwicklung der Methodik**

Für die Entwicklung der Methodik ist ein Gesamtkonzept notwendig, welches sich mit den einzelnen Schritten beschäftigt bzw. Teillösungen zum Erreichen des großen Gesamtergebnisses. In Abbildung 5-1 ist zu sehen, aus welchen einzelnen Komponenten die zu entwickelnde Methodik besteht. Zum Erreichen des Zieles müssen somit mehrere Teillösungen entwickelt werden. Zeitgleich repräsentieren diese einzelnen Teillösungen die unterschiedlichen zuvor detektierten Forschungslücken aus Kapitel 2 und 3.

Das Gesamtkonzept orientiert sich am hierarchischen Aufbau und Relationen aus Abbildung 4-1 bzgl. des PMTU-Vorgehens. Zunächst muss ein Innovationsmodell auf Grundlage der Erweiterung eines bestehenden Produktentwicklung-Ansatzes entwickelt werden, in diesem Fall ist es das MVPE-Modell [EiRZ2014]. Das Modell beschreibt das grundlegende Vorgehen und verbildlicht die Einordnung in den Gesamtkontext. Zugleich ist es die Grundlage für die weiteren nötigen Teillösungen. Es adressiert aber auch den Aspekt eines fehlenden durchgängigen Überganges zwischen einer Innovationsphase hin zur Produktentwicklung, welcher in Kapitel 2 nicht vorhanden war. Durch die Integration und Erweiterung kann ein nahtloser Übergang gewährleistet und eine reale durchgängige Entwicklung realisiert werden.

Im nächsten Schritt wird zur Verfeinerung des Modells ein Innovationsprozess entwickelt, welcher das Vorgehen im erweiterten Bereich genauer beschreibt. Somit fungiert der Innovationsprozess als Grundlage des Innovationsmodells. Er konkretisiert das weitere Vorgehen, jedoch auf einer höheren Ebene. Damit soll erreicht werden, dass Nutzer einen direkten Bezug zu den übergeordneten Themenschwerpunkten des Prozesses erlangen können.

Diese Themenschwerpunkte können als Ziel betrachtet werden, welche in dieser Phase zu erreichen sind. Gleichzeitig ist aber innerhalb des Prozesses noch kein genaues Vorgehen zum konkreten Erreichen des Zieles beschrieben. Bei der Analyse des Standes der Forschung, wurde meist nur einer der zwei Aspekte betrachtet und keine Kombination von Modell und einem erweiterten Prozess.

Als Unterstützung des Prozesses wird eine verfeinernde Methode benötigt, die es dem Anwender ermöglicht, die Ziele des Prozesses zu erreichen. Die Methode legt den gesamten Prozess eine Ebene tiefer und betrachtet dabei jeden einzelnen Themenschwerpunkt separat. Gleichzeitig wird dabei ein weiter Subprozess definiert, der es ermöglicht, den Themenschwerpunkte des übergeordneten Innovationsprozesses zu erreichen. Zuvor beschriebene Ansätze beschrieben nicht im Ganzen wie der Innovationsprozess zu bewältigen ist, bzw. besaßen meist keinen methodischen Hintergrund als Unterstützung.



Abbildung 5-1 Vorgehen für die Entwicklung der Innovationsmethodik (KIRV)

Um das Gesamte zu ermöglichen, muss ein Tooling erstellt werden, welches den Anwender beim Austausch von Wissen unterstützt. Der Austausch ist notwendig, um den Aspekt der Kollaboration in der Methodik zu realisieren. Hierfür wird extra eine für die Methodik entwickelte Wissensbasis vorgestellt, die es den Nutzern ermöglicht, das eigene relevante Wissen bzw. das gemeinsam entwickelte Wissen zu verwalten. Bestehende Wissensbasisansätze nutzen keine methodische Grundlage für den eigenen Einsatz. Gleichzeitig erfüllten die bestehenden Ansätze die Anforderungen aus Kapitel 4 nicht. Der letzte Schritt beinhaltet gleichzeitig die benötigte

Vernetzung des integrierten Wissens. Das reine Verwalten des Wissens ist nicht ausreichend für eine erfolgreiche Kollaboration, weshalb eine zusätzliche Vernetzung für die korrekte und benötigte wissensbasierte Kollaboration benötigt wird. Bestehende Ontologien besitzen alle keinen reinen Fokus auf Smarte Produkte und somit muss eine erweiterbare Ontologie für zukünftige smarte Produktinnovationen entwickelt werden.

Mit der Entwicklung der gesamten Teillösungen kann die übergeordnete Kaiserslauterer Innovation Roadmap V-Modell-Methodik erstellt werden. Es ermöglicht dem Nutzer innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken gemeinsam eine smarte Produktinnovation zu entwickeln, indem sie mit einer vernetzten Wissensbasis bei der wissensbasierten Kollaboration unterstützt wird.

## **5.2. Innovationsmodell**

Für die Entwicklung des Ansatzes wird eine etablierte Methode benötigt, welche sich vor allem mit den nachfolgenden Phasen der Innovationsentwicklung beschäftigt. Am Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung an der Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau wurde auf Grundlage des V-Modells aus der [VDI-2004] das heutige MVPE-Modell entwickelt. Das MVPE-Modell wurde bereits kurz in Kapitel 2.6.4 beschrieben und deren Hauptziele erläutert. Durch die gegebene V-Modell Charakteristik bietet sie eine ideale Schnittstelle und Übergabephase bei der Definition der Produkthanforderungen. Gleichzeitig besteht bei dieser frühen Entwicklungsphase des MVPE-Modelles ein erhöhter Wissensbedarf, für die korrekte Definition der Anforderungen und dem späteren Aufbau der Systemstruktur. Mit bereits vorhandenem initialem Wissen ist es einfacher, die Entwicklung zu koordinieren und gleichzeitig zu strukturieren.

Im Kontext der frühen Anforderungsdefinition und -transparenz wurde das Konzept der Mission Profiles erweitert. Mithilfe von Mission Profiles ist es möglich, entlang von Wertschöpfungsketten bzw. Wertschöpfungsnetzwerken Lastprofile auszutauschen. Dabei beinhalten sie allgemeine Daten zum Fahrzeug, funktionale Lasten und Umgebungslasten, die auf ein Bauteil wirken können während der Produktion und des Betriebes. Somit entspricht das Konzept der Mission Profiles einem wertschöpfungsnetzwerkübergreifendem Anforderungsmanagement, bei dem Anforderungen in Form von Wissen und dazugehörigen Grundlagenmodellen ausgetauscht werden können. Ziel war es, diese möglichst früh zwischen den Beteiligten zu definieren und gleichzeitig zu verteilen. Aus diesem Grund wurde das Kaiserslauterer Innovation Roadmap V-Modell (KIRV) aus der Abbildung 5-2 entwickelt.

Es ermöglicht, durch die Erweiterung hin zu Innovation, das frühere Nutzen von Mission Profiles. Daraus resultiert, dass frühere Verteilen des benötigten Wissens. Das initiale, übergeordnete Ziel des KIRV-Modelles war die frühe Wissensverteilung, jedoch in einem begrenzten Umfang bzw. Kontext. Der Empfänger sollte, die nur für ihn notwendigen und relevanten Wissensmodelle

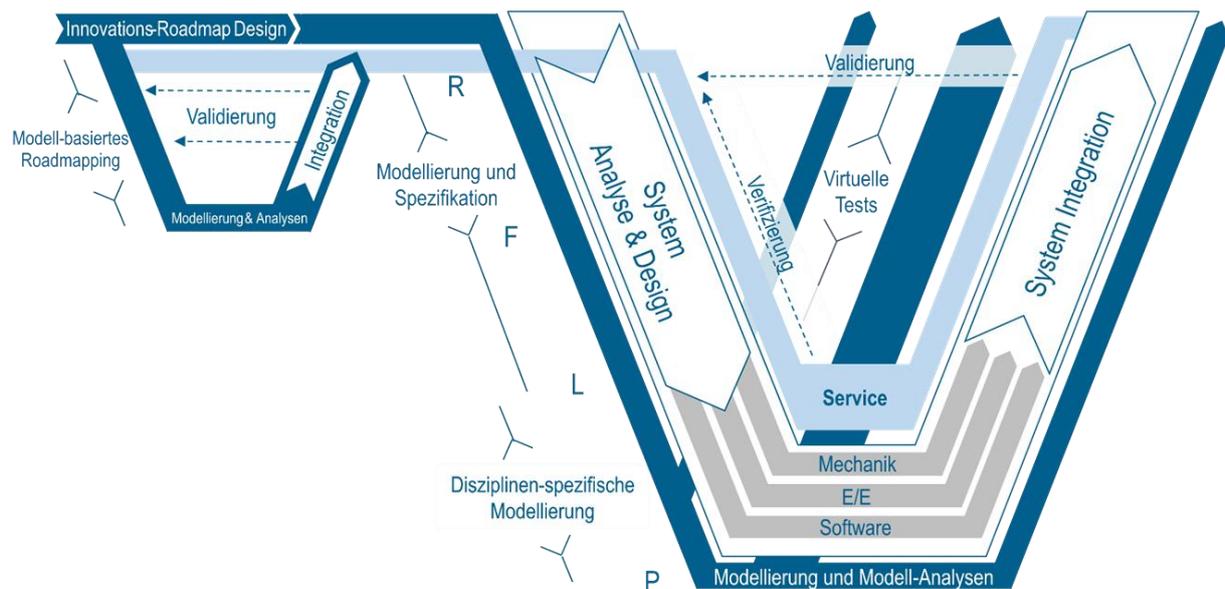


Abbildung 5-2 Kaiserslauterer Innovation Roadmap V-Modell (KIRV) [MoFG2021]

erhalten bzw. Einsicht haben. Mit der weiteren Entwicklung des KIRV-Modells kam auch ein übergreifender Wissensaustausch als übergeordnetes Ziel zustande, weshalb der Einsatz einer Wissensbasis benötigt wurde.

Somit wurde das MVPE-Modell mit einem weiteren V-Modell für die Innovationsphase am linken Ast erweitert. Mit einer linearen Erweiterung oder eines Prozesses mit Loop-Konzept würde die Charakteristik des V-Modell-Konzeptes verloren gehen und somit nur zu einer strikten Erweiterung führen, ohne die Beibehaltung des Grundgedankens und -idee des V-Modells. Mit Einbehaltung der V-Modell-Charakteristik adressieren auch die Äste aus den unterschiedlichen Lebenszyklusphasen dieselben übergeordneten Ziele. Übergeordnet ist dem KIRV-Modell das Innovations-Roadmap-Design, dabei ist das Roadmapping nicht als Lebenszyklusphase zu betrachten, sondern als Konzept des Vorgehens. Ziel ist nämlich die koordinierte und zeitgerechte gemeinsame Entwicklung und Lösungsfindung einer Innovation, ähnlich wie beim Konzept einer Roadmap. Der linke Ast beschäftigt sich mit dem modell-basiertem Roadmapping. Ziel ist es dabei, die grundlegenden Elemente für die Entwicklung der Innovation zu erschaffen oder innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes zu integrieren. Aus diesem Grund wird diese Phase auch Roadmapping genannt, da bestehende Technologien vorhanden sind mit einer dazugehörigen Idee, jedoch müssen ergänzende Technologien bzw. Wissen von weiteren Stakeholdern erzeugt oder integriert werden. Die gesamte Lösungsfindung innerhalb des KIRV-Modells ist modellbasiert. Die ist aus dem Grund einer Ermöglichung eines durchgängigen virtuellen und zeitgleich der Möglichkeit, das am Ende zu kreierende Gesamtmodell vereinfacht in die nächste Lebenszyklusphase bzw. der konkreten Produkthanforderungsdefinition zu übertragen. Mit diesem Konzept kann eine durchgängige modellbasierte Entwicklung innerhalb der Entwicklungsphase garantiert werden.

Beide Schenkel im KIRV-Modell werden ähnlich wie beim V-Modell mit einer Modellierungsphase verbunden. Nur unterscheidet hier keine direkte Domänenentwicklung, Ziel ist nämlich, die Förderung der Interdisziplinarität und der gemeinsamen interdisziplinären Entwicklung von unterschiedlichen Stakeholdern. In dieser Phase werden die zuvor in der Roadmap ermittelten Bedarfe umgesetzt bzw. realisiert, somit findet hier die konkrete Innovationsentwicklung und Umsetzung statt. Dies passiert meist bei einzelnen Stakeholdern bzw. in unterschiedlichen Teillösungen, die dann gemeinsam im Wertschöpfungsnetzwerk entwickelt worden sind.

Der rechte Ast beschäftigt sich mit der Integration der zuvor ermittelten Teillösungen. Für die Übergabe in die Produktentwicklung ist ein vollständiges, in sich komplementäres und integriertes Modell erforderlich. Bei der gemeinsamen Integration müssen die erzielten Ergebnisse auch gegenüber der am Anfang ermittelten Anforderungen innerhalb der Innovationsroadmap validiert werden. Die Validierung ist erforderlich, um eine Garantie für die Entwicklung und die erarbeiteten Lösungen zu geben. Das final entstandene Gesamtmodell wird in die Produktentwicklung übergeben, wo es dann in der frühen Anforderungsermittlung als Grundlage dienen und verfeinert werden kann. Vorteile sind bei der Realisierung eines solchen Konzepts unter anderem die frühe gemeinsame Wertschöpfung in Form von einer Kollaboration.

Für den Aspekt der Smarten Produkte, in denen die Eigenschaft der Services eine herausgestellte Rolle spielt, wurde im erweiterten V-Modell eine separate Ebene geschaffen. Durch das Exklusiveren der Services kann eine frühzeitige Entwicklung ermöglicht werden und somit eignet sich der KIRV-Ansatz vor allem bei der Entwicklung von Smarten Produktinnovationen.

Mithilfe des erstellten KIRV-Modells kann die Methodik weiter konkretisiert werden. Im nächsten Schritt wird ein Prozess benötigt, um den Ablauf des Modelles weiter zu konkretisieren und auf eine weitere Ebene zu vertiefen.

### **5.3. Innovationsprozess**

Für die Innovationsentwicklung entlang des KIRV-Modelles bedarf es einen geführten Innovationsprozess, welcher gleichzeitig der Meilenstein der später zu entwickelnden KIRV-Methode ist. Der hierfür entwickelte Innovationsprozess ist in Abbildung 5-3 zu sehen und agiert kontinuierlich in einem dynamischen Wertschöpfungsnetzwerke, was bedeutet, dass Stakeholder ihre Rollen dynamisch wandeln, aber auch zusätzliche Stakeholder kontinuierlich ergänzt werden können. Damit soll die Aufrechterhaltung der Netzwerkfähigkeit und Kompetenzverfügbarkeit garantiert werden.

Mit dem Ende des Roadmapping bzw. der Inventionsphase liegen bei unterschiedlichen Stakeholdern verschiedene initiale Forschungsergebnisse bzw. -vorhaben vor. Gleichzeitig ist zu betrachten, dass nicht jede Technologie oder Wissen, welches in dieser frühen Phase beigetragen

wird, unbedingt einen gewissen Neuheitsgrad besitzen muss. Es ist möglich, dass bestehende Lösungen oder vorab entwickelte Produkte in einer Innovation integriert werden bzw. als

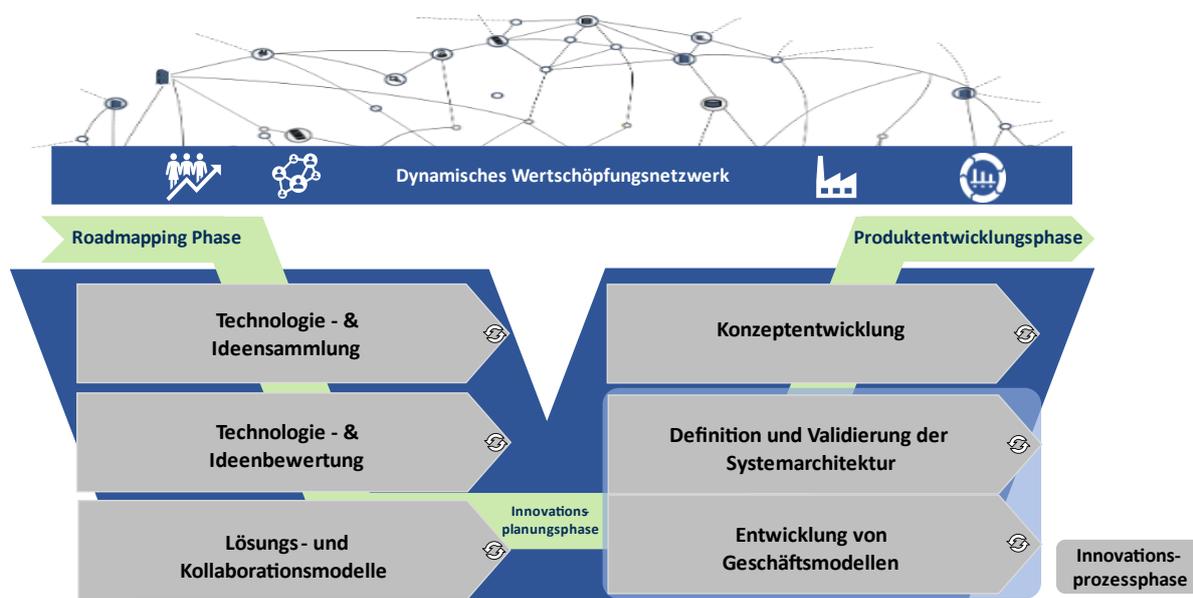


Abbildung 5-3 KIRV-Innovationsprozess

Grundlage dienen können. Kommt es zu einer Invention, die innerhalb einer gemeinsamen Innovationsentwicklung umgesetzt werden muss, wird zunächst die Innovationsidee vorgestellt, um benötigte Kompetenzen zu detektieren. Dies entspricht dem ersten Schritt, der „Technologie- und Ideensammlung“. In dieser Phase wird konkret nach den benötigten und fehlenden Kompetenzen gesucht, um die Umsetzung der Innovation und zeitgleich die Möglichkeit zu schaffen, für den späteren Aufbau des Wertschöpfungsnetzwerkes zu garantieren. Dabei wird im großen Umfang nach möglichen Lösungen gesucht und unterschiedliche Ansätze genutzt, um das Maximum an Input zu generieren. Lösungen beschränken sich bereits in dieser frühen Phase nicht nur auf die später folgenden Entwicklungsphase, sondern auch Kompetenzen aus späteren Lebenszyklusphasen werden frühestmöglich inkludiert. Durch das frühe Integrieren der unterschiedlichen Kompetenzen müssen zeitgleich Stakeholder integriert werden, welche keine konkrete Forschung für die Entwicklungsphase betreiben.

In der nächsten Phase der „Technologie- und Ideenbewertung“ wird der zuvor generierte Input nochmal gegenüber der Innovation bewertet. Der Grund hierfür ist zum einen die notwendige Absicherung hinsichtlich der garantierten späteren Umsetzung und zeitgleich dem Aufrechterhalten der notwendigen Qualität der einzelnen Lösungen bzw. den damit verbundenen Stakeholdern. Des Weiteren ist es auch wichtig, frühzeitig zu kontrollieren, ob mit den bestehenden Lösungsvorschlägen bestehende Patente verletzt werden. Dies ist unter anderem auch Teil der Bewertungsphase.

In der dritten Phase werden die „Lösungs- und Kollaborationsmodelle“ betrachtet und umgesetzt. Nach der Sichtung und Bewertung der Ergebnisse muss im weiteren Schritt den unterschiedlichen

Stakeholdern ermöglicht werden, gemeinsam miteinander zu kollaborieren, womit der Einsatz von unterschiedlichen Kollaborationsmodellen benötigt wird. Kollaborationsmodelle schreiben hierbei, je nach Innovationsfall und Umfang, den jeweiligen Bedarf an Kollaborationen zwischen den unterschiedlichen Stakeholdern fest. Dabei wird auch konkret auf die einzelnen Stakeholder eingegangen und vor allem der konkrete Kollaborationsumfang und mögliche Inhalte analysiert. Grund hierfür sind zum einen die direkte Förderung der Kollaboration, was unter anderem eines der Hauptziele ist. Zum anderen können relevante Stakeholder bereits vorab in Relationen zueinander gesetzt werden und deren Kollaboration aktiv einleiten. Gleichzeitig beginnt in diesem Abschnitt des Innovationsprozesses, die gemeinsame Lösungserstellung und -modellierung. Dabei können die zuvor definierten Kollaborationsmodelle unterstützend agieren und die gemeinsame Modellierung erleichtern. Initiale Strukturen müssen definiert und können im weiteren Verlauf des Prozesses verfeinert und finalisiert werden.

Der nächste Abschnitt beschäftigt sich mit der „Definition und Validierung der Systemarchitektur“, welche parallel zu den Geschäftsmodellen läuft und im nächsten Schritt erläutert wird. Die zuvor integrierten Lösungen und vor allem initial gemeinsam entwickelten Lösungen, müssen nun weiter konkretisiert und finalisiert werden. Hierfür müssen aufgrund des Fokus Innovation vor allem Aspekte der Systemarchitektur betrachtet werden, da in solch einer frühen Phase keine konkrete Produktentwicklung entsteht, sondern sich noch immer in der Innovationsphase befindet, welche anschließend einen Input für die Produktentwicklung generiert.

Innerhalb der „Entwicklung von Geschäftsmodellen“ müssen alle Stakeholder, hinsichtlich ihrer persönlichen Geschäftsmodelle und unter Einbeziehung der Innovationsidee, mögliche zukünftige Geschäftsmodelle konzipieren und bewerten. Dabei muss jeder einzelne Stakeholder für sich die Sinnhaftigkeit der Innovationsumsetzung bewerten und evtl. Anpassungen in der Entwicklung vornehmen.

Als abschließende Phase des Innovationprozesses findet die „Konzeptentwicklung“ statt. Mit der Konzeptentwicklung werden vor allem alle nötigen Tätigkeiten für den Transfer in die Produktentwicklung adressiert. Die gesamten Einzelmodelle, welche innerhalb der Innovation entwickelt worden sind, müssen in einem Gesamtmodelle zusammengefasst und vor allem nochmals inhaltlich für den sich wandelnden Fokus aufbereitet werden. Mit dem Wandel des Innovationsfokus müssen auch die Modelle deutlich konkreter werden. Das bedeutet, mit der Konzeptentwicklung wird der möglichst konkreteste Zustand der Modelle erreicht. Dieser kann somit der Produktentwicklung als Grundlage dienen.

Der Innovationsprozess ist nicht ausreichend für eine qualitäts- und zeitgerechte Umsetzung der Innovation innerhalb der zu entwickelnden Methodik. Mithilfe des Prozesses wurde nun das „Was“ aus dem PMTU-Ansatz definiert und im nächsten Schritt wird eine untergeordnete Methode benötigt, welche dem Anwender beschreibt, „Wie“ dies umgesetzt werden kann.

#### 5.4. Innovationsmethode

Mithilfe der KIRV-Methode wird die gesamte Methodik bzw. der dazugehörige Innovationsprozess unterstützt. Passend zum Innovationsprozess besteht auch die KIRV-Methode aus sechs unterschiedlichen Schritten, den sogenannten Methodenmodule. Jedes Methodenmodul ist einer Phase des Innovationsprozesses zugeordnet und ist für die Ausarbeitung und vor allem dem Erreichen des Zieles der Phase verantwortlich. Wiederum besteht jedes einzelne Methodenmodul aus jeweils vier einzelnen Prozessschritten bzw. aus einzelnen Methoden, die es erst ermöglichen die benötigten Ziele zu erreichen. Vor allem wird beschrieben, wie diese durch die einzelnen Prozessschritte und potenziellen Methoden zur Lösungsfindung erreicht werden können. Entlang des KIRV-Innovationsprozesses und der dazugehörigen Methode ist zwischen externen und internen Prozessschritten zu unterscheiden, jedoch bezogen auf das Wertschöpfungsnetzwerk. Interne Prozessschritte sind Aufgaben, welche mit Interaktion mit weiteren Stakeholdern abgehalten werden und damit auch intern innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes stattfinden. Sie benötigen somit einen weiteren Input von außen oder eine konkrete Kollaboration oder Interaktion mit weiteren Beteiligten. Externe Prozessschritte finden wiederum außerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes statt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie obsolet für das weitere Vorgehen innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes oder der gemeinsamen Lösungsfindung sind. Jedoch sind es Prozessschritte, welche von jedem Stakeholder einzeln abgehalten werden müssen, oder den Bedarf haben nach einer Kollaboration in das eigene Unternehmen mit z. B. weiteren Abteilungen. Dennoch wird bei diesem externen Schritt das Resultat in die Gesamtlösung integriert und in den folgenden Prozessschritten weiterverwendet.

Für einen reibungslosen Ablauf bedarf es unterschiedliche Rollen, die innerhalb der KIRV-Methode agieren. Eine Übersicht aller Rollen ist in der Abbildung 5-4 gegeben. Zunächst ist zu unterteilen, zwischen den direkt aktiven Rollen innerhalb der KIRV-Methode und den dazugehörigen unterstützenden Rollen, die von extern agieren und die direkten Rollen unterstützen. Zu den aktiven Rollen gehört unter anderem der Innovationstreiber, welcher der Eigentümer der Innovationsidee ist und die gesamte KIRV-Methodik anstoßt. Diese Rolle kann im klassischen Sinne als OEM angesehen werden und leitet die gesamte Innovation. Er besitzt das Patent bzgl. der Idee und setzt auch gleichzeitig die Anforderungen an die weiteren Stakeholder. Gleichzeitig repräsentiert er eine administrative Rolle aus der Innovationsperspektive. Dies entspricht unter anderem der gesamten Koordination und Organisation der Innovation.

Die weiteren beteiligten Stakeholder sind jeweils mit dafür vorgesehenen Innovationsingenieuren vertreten. Dies sind Personen, die in den jeweiligen Unternehmen für



Abbildung 5-4 Rollen innerhalb der KIRV-Methode

die Innovationsentwicklung verantwortlich sind und Wissen bzgl. der vorliegenden Innovation besitzen, somit werden sie nicht generisch für jede Innovation eingesetzt. Sie repräsentieren damit ihren eigenen Stakeholder und sind für das Vorgehen innerhalb der KIRV-Methode verantwortlich. Dies entspricht unter anderem der später folgenden Wissensvernetzung und Wissenssuche. Zeitgleich bauen sie initial Kontakt zu weiteren Stakeholdern auf und etablieren somit die gemeinsame Kollaboration.

Für die Bereitstellung der gesamten Infrastruktur und Umgebung bedarf es einem Wertschöpfungsnetz-Supporter. Dessen Hauptaufgabe ist unter anderem die Bereitstellung der gesamten IT-Infrastruktur für eine reibungslose Innovationsentwicklung. Gleichzeitig bietet er Umgebungen und Netzwerke an, welche für die Umsetzung von Innovationen benötigt werden und es ermöglichen neue Unternehmen zu integrieren. Gleichzeitig kann der Wertschöpfungsnetz-Supporter als Coach für die korrekte Einhaltung der KIRV-Methode gesehen werden. Die spätere Bereitstellung der benötigten Toolandschaft liegt ebenfalls in seiner Verantwortung.

Diese drei Hauptrollen werden gleichzeitig von weiteren externen Rollen unterstützt und ermöglichen erst durch die Schaffung der benötigten Grundlagen und Wissensstände deren Arbeit. Diese sind z. B. ein Domäneningenieur, welcher spezifisches Wissen bzgl. einer der notwendigen Domänen besitzt. Der Forschungsingenieur ist meist in der Unternehmungsforschung tätig und kann im Auftrag der Innovation weitere Forschungen oder bereits vorherige Forschungsergebnisse beisteuern. Wissensingenieure sind für die Wissensbeschaffung, -vernetzung und -kreierung innerhalb der KIRV-Methode und Wertschöpfungsnetzwerk zuständig. Entwicklungsingenieure sind Ingenieure, die sich vor allem in der Produktentwicklungsphase befindet, jedoch einen enormen Einfluss und Input in solch einer frühen Phase leisten und mit dem praktischen Wissen unterstützen können. Die Aufgaben

des Prozessingenieurs sind in diesem Fall, dass optimieren der bestehenden Prozesse oder Wissen bzgl. bestehenden Prozessen und verfügbare Optimierungspotenzialen innerhalb der Innovation zu integrieren.

Sowohl die direkten als auch die indirekten Rollen werden nicht von einzelnen Personen vertreten, sondern repräsentieren eine Personengruppe, welche im Team agiert und Lösungen bereitstellt bzw. generiert. Nur mithilfe einer klaren Differenzierung der einzelnen Rollen und Gruppen, bzw. der gemeinsamen Interaktion, ist es möglich, die KIRV-Methode erfolgreich anzuwenden und die Innovation hin zur Produktentwicklung weiterzuentwickeln.

Innerhalb der KIRV-Methode werden die zuvor definierten Innovationsprozessschritte weiter verfeinert und in vier Subprozesse dividiert. Zum Erreichen dieser Subprozesse können unterschiedliche Methoden eingesetzt werden, diese sind frei wählbar und werden vom KIRV-Ansatz nicht vorgeschrieben. Die eingesetzten Methoden können etablierte Ansätze oder auch für diesen Anwendungsfall entwickelt worden sein bzw. aus dem eigenen vorherigen Bestand stammen.

Die erste Prozessphase, zu sehen in Abbildung 5-5, beschäftigt sich mit der „Technologie- und Ideensammlung“ und ermöglicht den Start der gemeinsamen Innovationsentwicklung. Diese Phase findet intern statt, da eine Interaktion mit weiteren Stakeholdern notwendig im Sinne eines Wertschöpfungsnetzwerkes ist. Zu so einer frühen Phase, kurz nach dem Roadmapping, existiert noch kein gemeinsames und etabliertes Wertschöpfungsnetzwerk, welches sich wiederum mit Verlauf des Innovationsprozesses etabliert. Voraussetzung für den Start der Methodik und den dazugehörigen und untergestellten Ansätzen ist, das Vorhandensein einer Innovationsidee vom Innovationstreiber bzw. die erfolgreiche Findung und Ausarbeitung einer Invention, welche unter anderem mit dieser ersten Phase auch finalisiert wird und in die Innovation übergeht. Gleichzeitig gehört zur Ausgangslage, dass der Innovationstreiber eine Innovation und dabei nicht alle notwendigen Kompetenzen besitzt oder es kann auch der Fall sein, dass er sich bei einigen Aspekten für ein Outsourcing bzw. einer Buy-Entscheidung entschieden hat. Der erste Subprozess beschäftigt sich mit dem initialen Pitch. Dabei wird das Interesse bekundet bzgl. einer gemeinsamen Innovation und Anbieter wie Wertschöpfungsnetzwerk-Supporter kontaktiert. Gleichzeitig wird die Wissensbasis aufgestellt und initial mit Wissen aus der Sicht des Innovationstreibers gefüllt. Eine initiale Beschreibung der gesamten Innovation und der bereits bekannten Kompetenzen wird angelegt. Erste Anforderungen können bereits jetzt, aus der Sicht einer hohen Ebene, gestellt werden. Innerhalb des Pitches finden hauptsächlich Vorbereitungen aus der Sicht des Innovationstreibers statt. Im nächsten Schritt findet die Informationsverteilung statt. Ein möglicher Ansatz wäre unter anderem das Nutzen von Open Innovation Plattformen wie in [Hall2013]. Ziel ist es, die Innovationsidee bzw. das Vorhaben publik zu machen, sodass eine Vielzahl von potenziellen Stakeholdern dies mitbekommen. Dabei agieren die Plattformen als eine Art Stellenbörse, wobei die einzelnen unterschiedlichen Innovationen beschrieben und von

Mitstreitern eingesehen werden können. Das setzt voraus, dass eine Patentierung und Sicherung der Innovation bereits im Vorfeld bzw. während der Inventionsphase stattgefunden hat.



Abbildung 5-5 Technologie- und Ideensammlung

Solch eine Plattform kann unter anderem auch vom Wertschöpfungsnetzwerk-Supporter angeboten werden und ist Teil seines Services gegenüber dem Innovationstreiber. Unterschiedliche Stakeholder sind hierbei mit ihren Innovationsingenieuren innerhalb dieser Plattformen aktiv, um nach potenziellen Innovationen Ausschau zu halten. Für sie bedeutet es, neue Märkte und Produkte zu erschließen, mit bereits intern existierenden Lösungen oder bestehende Ansätze, die weiterentwickelt werden müssen. Alle bereits entwickelten und bereitgestellten Informationen bzw. Wissen sind in der Wissensbasis abgelegt und werden mit Verlauf der Methode weiterentwickelt. Das Besondere der Wissensbasis ist, der kontinuierliche Austausch und vor allem der ganzheitliche Einsatz mit der Methode. Zeitgleich zu diesem Promoten und Verteilen der Informationen werden auf Grundlage der ersten definierten Anforderungen und der Beschreibung der Innovation gegenüber den benötigten Stakeholdern Kriterien erhoben. Eine Übersicht und mögliche Kategorien der Kriterien sind in Abbildung 5-6 beschrieben. All diese Schritte müssen in einer modellbasierten Umgebung stattfinden, sodass eine durchgängige Modellierung und vor allem auch spätere Kollaboration ermöglicht werden kann. Ein Beispiel für eine solche Umgebung könnte die SysML sein, welche es ermöglicht Anforderungen zu definieren und sie zeitgleich über das ganze System nachzuverfolgen bzw. zu integrieren. Mögliche Ansätze zur Definition der Kriterien für die Auswahl der Stakeholder wurden bereits im Ansatz von [KaDG2016] beschrieben. Ähnliche Methoden und Ansätze, die einem bei der Entscheidung helfen können, sind z.B. die MoSCoW Priorisierung, welche Anforderungen oder Profile beschreibt in Hinblick auf deren Notwendigkeit [PivJ2004]. Für den KIRV-Ansatz werden in diesen Kriterien unter anderem Anforderungen festgehalten, wodurch es möglich ist, dass ein Stakeholder automatisch ausscheidet, z. B. aufgrund der Größe des Unternehmens. Zeitgleich beinhalten die Kriterien aber auch Anforderungen an die benötigten Kompetenzen der jeweiligen Stakeholder. Eine Auswahl der Kriterien ist in der folgenden Abbildung gegeben, jedoch können sie je nach Innovationsfall individuell angepasst und neu definiert werden. Diese Kriterien unterstützen den Innovationstreiber im weiteren Verlauf bei der Entscheidung der Auswahl der Stakeholder. Nachdem ein Anforderungsmodell bzgl. der Stakeholder erstellt worden ist und zeitgleich auch initiale Anforderungen an die unterschiedlichen Subsysteme der Innovation, kann der Crowd Engineering Ansatz beginnen. Es ist zu erwähnen, dass die jeweiligen Subsysteme auch

Teil der Stakeholder Anforderungen sind, da sie von den jeweiligen Stakeholdern erfüllt werden müssen. Dennoch ist zu diesem frühen Zeitpunkt keine finale Unterteilung der Innovation vorgenommen worden, welche im weiteren Verlauf der Methode noch folgen wird. Mit dem Einsatz des Crowd-Engineering Ansatzes können zum ersten Mal weitere Stakeholder in den Prozess eingreifen und aktiv etwas beisteuern.

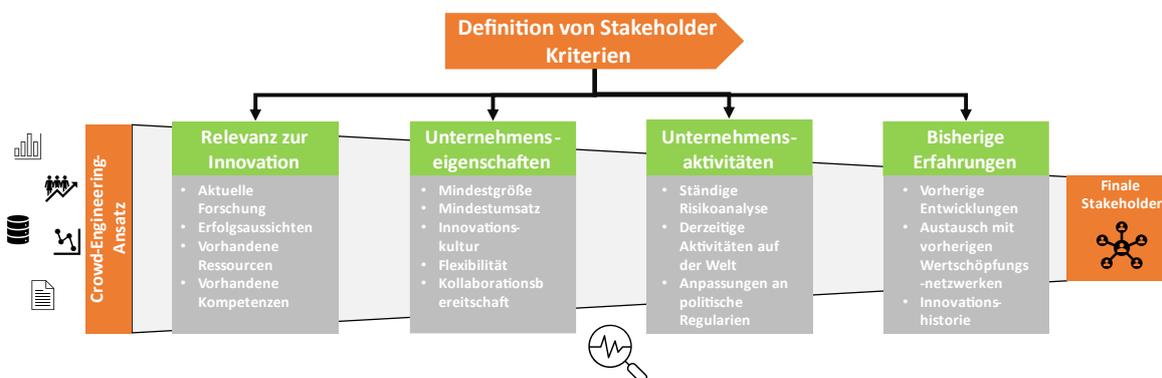


Abbildung 5-6 Potenzielle Kriterien zur Auswahl der Stakeholder

Hierbei können Stakeholder einzeln agieren oder sich in eine separate Kollaboration begeben und somit der Innovation teilzunehmen. Dies ist, sofern nur möglich, solange es die zuvor definierten Stakeholder-Kriterien des Innovationstreiber zulassen. Die Vorteile des Crowd-Engineering Ansatzes sind unter anderem, dass ein Maximum an potenziellen Lösungen abgefragt bzw. eingereicht werden kann. Dies ist auch in Abbildung 5-6 zu sehen, da zu Beginn der Trichter und somit die Lösungsfindung ein großes Spektrum abdeckt und mit Verlauf der Kriterien im Nachhinein, die Anzahl der Stakeholder deutlich dezimiert wird. Der Ansatz von [AdHB2019] ermöglicht das Durchführen solch eines Crowd-Engineering Ansatzes. Zunächst müssen alle Teilnehmer ein passendes Konzept und Lösung erarbeiten. Dabei können bereits erste Wissensstände und Lösungsmöglichkeiten erläutert werden, jedoch nicht im gesamten Umfang. Die Beschränkung ist vorhanden, da die gesamten Konzepte im Nachgang vom Innovationstreiber eingesehen werden und innerhalb der Wissensbasis abgelegt werden können. Somit werden, so weit wie nötig, die möglichen Lösungsmöglichkeiten beschrieben und eingereicht zur Bewertung. Ist das Ergebnis einer Phase nicht zufriedenstellend oder wie in diesem Fall, es wurden nicht genug Konzepte eingereicht, so sieht die Methode vor, dass die jeweiligen Phasen wiederholt werden müssen. Bei der Wiederholung werden dann z. B. die Ausschreibung und Verteilung nochmal nachgebessert, sodass ein größeres Spektrum an Stakeholdern erreicht werden kann.

Mit einem nahtlosen Übergang geht es über in die Technologie- & Ideenbewertung, welcher diesmal ein externer Prozess ist. Durch die Einordnung in einen externen Prozess, finden alle Subprozesse außerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes statt, bzw. in diesem Fall nur beim Innovationstreiber. Eine Übersicht über diese Phase der Methode ist in Abbildung 5-7 gegeben.

Zunächst wird mit dem Einsammeln und Bewerten der einzelnen und unterschiedlichen Konzepte aus dem Crowd-Engineering Ansatz begonnen.

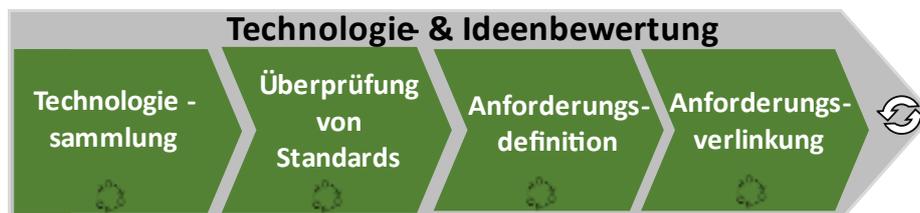


Abbildung 5-7 Technologie- & Ideenbewertung

Hierfür wird eine erste Auswahl getroffen und bereits gänzlich unpassenden Konzepte oder bei Nichteinhaltung der zuvor definierten Kriterien bzgl. der Stakeholder aussortiert. Dennoch, um diese Phase starten zu können, muss zwingend für jedes der zuvor definierten Kompetenzen bzw. Subsysteme der Innovation ein Lösungsvorschlag von einem Stakeholder vorliegen. Die Bewertung der Konzepte findet wie bereits erwähnt extern statt, somit unterstützen fachspezifische Ingenieure beim Innovationstreiber die Auswahl und Entscheidung. Zur Entscheidung können Methoden wie die Checklisten Bewertung nach [VaBr2015] oder eine Nutzwertanalyse [Herb2015] durchgeführt werden. Wie bereits zuvor beschrieben, wird dem Anwender der Methode nicht vorgeschrieben welche Methoden zum Einsatz kommen sollten, sondern lediglich welchen Zweck die Methode erfüllen muss bzw. welches Ziel innerhalb des einzelnen Subprozesses erreicht werden muss. Nach dem initialen Bewerten der Konzepte, müssen diese auch gegenüber bestehenden Standards bewertet werden, sodass es im weiteren Verlauf zu keinen patentrechtlichen Problemen kommt. Dieser Schritt wird schnellstmöglich abgehalten, um mögliche Folgekosten oder die Integration von nicht vorgesehenen Stakeholdern zu vermeiden. Danach folgt die Verfeinerung bzw. konkrete und finale Anforderungsdefinition aus der Sicht des Innovationstreibers. Auf Basis der zuvor entwickelten Kriterien bzgl. Kompetenzen und der Innovationsidee, muss eine ganzheitliche Anforderungsliste bzw. -diagramm erstellt werden. Stakeholder-spezifische Anforderungen werden wiederum erst in der folgenden Phase betrachtet und definiert, dies sind dann Anforderungen, die vor allem einen Subsystemfokus besitzen. Diese können dann stets mit Verlauf der Methode angepasst und erweitert werden. Sie sind Voraussetzungen, die innerhalb der Innovationsphase erreicht und umgesetzt werden müssen, aber immer im Hinblick auf die Innovation. Somit sind auch konkrete Anforderungen an Technologien in diesem Anforderungsspektrum enthalten. Da dieser Schritt auch nur extern beim Innovationstreiber stattfindet, kann es gleichzeitig auch nicht eine übergreifende Definition von Anforderungen sein, da die eigene Kompetenz des Innovationstreiber nicht ausreichend ist. Im nächsten Schritt findet eine Verlinkung der Anforderungen statt, welche eine indirekte Auswahl der Stakeholder darstellt und in der folgenden Abbildung schematisch beschrieben ist. Wie bereits beschrieben, wurden über die gesamte Innovation Anforderungen auf einer höheren Ebene

definiert, welche nun einzelnen Stakeholdern zugewiesen werden. Die eingereichten Lösungsvorschläge werden mit den Anforderungen verglichen und über eine mögliche

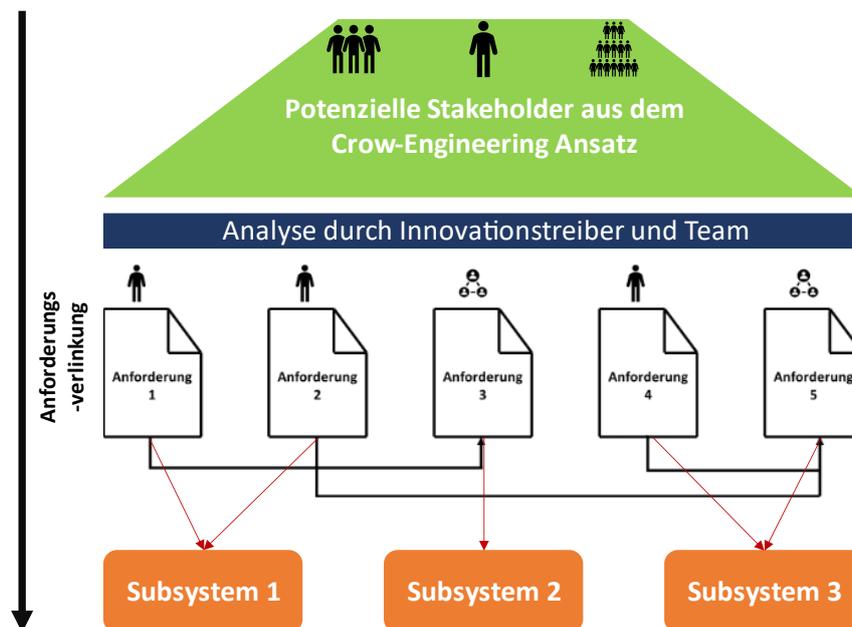


Abbildung 5-8 Stakeholderauswahl auf Basis der Verlinkung hin zu Anforderungen

Umsetzbarkeit entschieden, welches der Analyse durch dem Innovationstreiber und seinem gemeinsamen Team entspricht. Auf Basis der vorherigen Unterteilung in unterschiedliche Subsysteme und der Anforderungsdefinition, werden zeitgleich unterschiedliche Gruppen in der Wissensbasis angelegt durch den Wertschöpfungsnetzwerk-Supporter, jedoch stehen diese erst später zum Einsatz bereit. Durch die modellbasierte Entwicklung und Definition der Anforderungen kann jedem Stakeholder eine Anforderung oder ein gesamter Anforderungsbereich zugewiesen werden. Zeitgleich können Anforderungen in Abhängigkeit zueinanderstehen und damit die Notwendigkeit haben, dass unterschiedliche Stakeholder gemeinsam entwickeln müssen bzw. die Kollaboration vorab definiert ist. Damit entscheidet sich auch der Innovationstreiber für die Besetzung und Aufbau des zukünftigen Wertschöpfungsnetzwerkes, welches nach Abschluss der zweiten Phase zum ersten Mal initial auftreten kann. Auf Basis der Stakeholder und den dazugehörigen initialen Anforderungen, kann ein Entwurf für die zukünftigen Subsysteme getroffen werden.

In der nächsten Phase geht es um die initiale Lösungsfindung und Ermöglichung der Kollaboration. Die notwendigen Subprozesse sind in Abbildung 5-9 zu sehen, welcher in diesem Fall wieder ein interner Prozess ist. Dabei beginnt der Prozesse mit der initialen Verkündung durch den Innovationstreiber bzgl. der involvierten Stakeholder, auf Basis der vorherigen Anforderungsverlinkung und dem Etablieren des Wertschöpfungsnetzwerkes. Die Wissensbasis ist in einem kontinuierlichen Austausch mit den Phasen und die zuvor erstellten Gruppen sind nun nutzbar durch die Stakeholder. Die Gruppen innerhalb der Wissensbasis vertreten zwei

Kategorien. Zunächst besitzt jeder Stakeholder eine persönliche Gruppe, in der er sein gesamtes relevantes Wissen ablegen kann und vernetzen kann. Des Weiteren gibt es Gruppen, die sich mit der Systemstruktur der Innovation beschäftigen und somit für

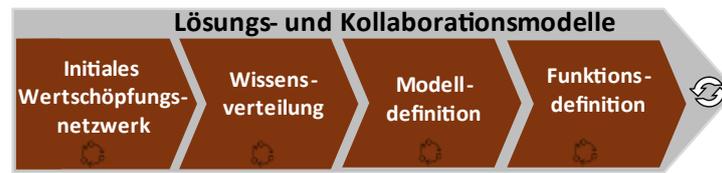


Abbildung 5-9 Lösung- und Kollaborationsmodelle

die jeweiligen Teillösungen bzw. Subsysteme erstellt worden sind. Diese Subsystemgruppen werden wiederum von einem Stakeholder betreut. Damit besitzt jeder involvierte Stakeholder mindestens eine persönliche und eine Subsystemgruppe. Zeitgleich zur Aufteilung des Gesamtmodells innerhalb der Systemarchitektur, wird ein identisches Abbild innerhalb der Wissensbasisstruktur erstellt. Damit kann das Wissen besser abgelegt werden und ermöglicht eine einfachere Vernetzung und Suche. Der konkrete Ablauf der Vernetzung, mit der dazugehörigen Suche, wird im Kontext der Kollaborativen Wissensbasis erläutert. Für eine korrekte Wissensverteilung muss somit auf Basis der bestehenden Gruppen innerhalb der Wissensbasis Wissen importiert werden. Alle beteiligten Stakeholder müssen ihr relevantes Wissen innerhalb der Gruppen ablegen und nach Vorschrift der Wissensbasis dieses korrekt vernetzen. Zeitgleich kann nach benötigtem Wissen gesucht werden und dies für die weiteren Schritte nutzen. Dieser initiale Entwurf innerhalb der Wissensbasis kann kontinuierlich erweitert, angepasst und zeitgleich vernetzt werden.

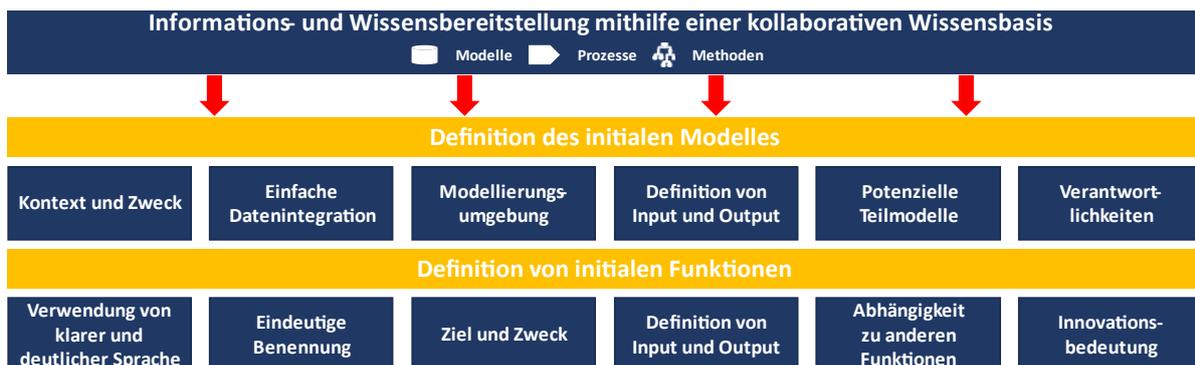


Abbildung 5-10 Initiale Definition der Modelle und Funktionen

In Abbildung 5-10 ist eine Übersicht gegeben, mit Bedingungen die zu beachten sind bei der Definition der Modelle und der dazugehörigen Funktionen. Bei beiden Schritten sind alle Stakeholder involviert und repräsentieren somit wertschöpfungsnetzwerkübergreifende Aktivitäten. Die Definition der Modelle repräsentiert den initialen Entwurf des Gesamtmodells mit seinen jeweiligen Subsystemen, welche im nächsten Schritt mit konkreten Inhalten und Funktionen ausmodelliert werden. Die zuvor eingereichten Konzepte, die auch Modelle

beinhalten, werden in einer gemeinsamen Modellierungsumgebung vereint. Dabei bietet sich z. B. die SysML an. Alle Stakeholder definieren für die Subsysteme, für die sie verantwortlich sind, einen genauen Kontext, die Input- und Output-Größen, weitere potenzielle Untergliederungen und integrieren diese innerhalb eines Rahmenwerks im Gesamtmodell. Nahtlos geht es dann in die Funktionsdefinition über, in dem für alle Subsysteme unterschiedliche Funktionen definiert werden, welche mit Verlauf der Innovationsphase weiter verfeinert und final in der Produktentwicklung ausgearbeitet und realisiert werden müssen. Dabei ist es wichtig, dass eine genaue Benennung vorgenommen wird und auch das Ziel bzw. der Zweck der Funktion innerhalb des Modells beschrieben sind. Das gesamte Modell, welches hier beschrieben und konkretisiert wird, entspricht am Ende der Methode, dem finalen Innovationsmodell, welches an die Produktentwicklung übergeben wird. Eine ausgiebige Vernetzung der Subsysteme und dazugehörigen Funktionen ist von Bedeutung und ermöglicht eine frühzeitige Kollaboration. Dennoch muss jede Funktion klar und deutlich formuliert werden, trotz des unsicheren und frühen Innovationsfokus.

Die nächsten beiden Phasen verlaufen parallel zueinander und somit zeitgleich. Hiervon ist aber eine intern und die andere extern abzuhalten. Die benötigten externen Subprozessschritte für die „Entwicklung von Geschäftsmodelle“ sind in Abbildung 5-11 beschrieben. Die Phase beginnt mit der Entwicklung von spezifischen Geschäftswissen, was jegliches Bestehendes und vor



Abbildung 5-11 Entwicklung von Geschäftsmodellen

allem neu entwickeltes Wissen inkludiert, um es hinsichtlich des neuen Geschäftsfeldes zu nutzen. Allgemein können bei den wissensbildenden Phasen der zuvor vorgestellte Ansatz von [AaNy1995] oder [NoTa1995] genutzt werden. Hierzu können unter anderem Erkenntnisse und Einflüsse auf das eigene Subsystem aus der wissensbasierten Kollaboration genutzt werden, um mögliche geschäftliche Entwicklungen zu beschreiben. Beispiele hierfür könnten unter anderem sein, dass eine alleinige Entwicklung und Bereitstellung des Subsystems nicht möglich ist und somit nur eine kombinierte Lösung realisiert werden kann. So kann dies bedeuten, dass Kompetenzen noch entwickelt werden müssen oder sie auch durch weitere ergänzende Stakeholder integriert werden. Vor allem bei einer so frühen Entwicklung innerhalb der Innovation liegen äußerst viele Einflussfaktoren vor, wie sie in Abbildung 5-12 zu sehen sind. Das benötigte Wissen, um den Einflussfaktoren entgegenzuwirken, wird dabei unter anderem von der Wissensbasis bereitgestellt. Hierzu kann entweder das bestehende Wissen in der eigenen Gruppe verwendet werden oder mithilfe der Suche nach weiterem Wissen gesucht werden. Aspekte wie

die initiale Kostenstruktur und die allgemeine Bewertung der eigenen Kompetenzen bzw. der Machbarkeit unterstützen den Anwender bei der Generierung der eigenen Use Cases.

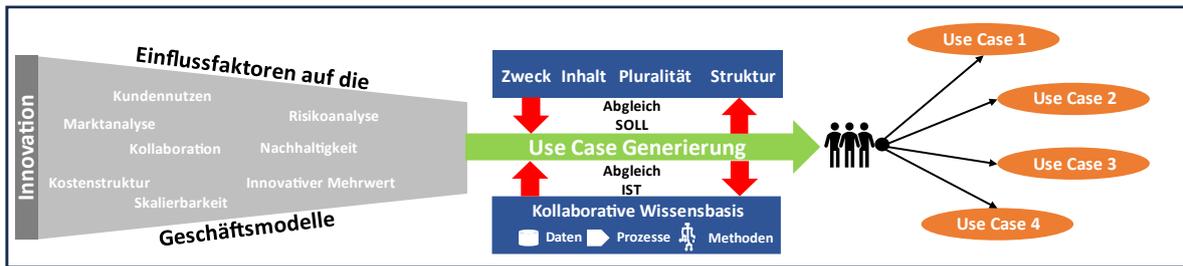


Abbildung 5-12 Einfluss auf die Geschäftsmodelle und Übergang hin zu Use Cases

Die Machbarkeit kann dabei methodisch nach dem Ansatz von Disselkamp bewertet werden [Diss2012]. Die Definition der Use Cases in dieser Phase, sind stakeholderspezifische Lösungen und repräsentieren deren Use Cases auf Subsystemebene. Für die korrekte Zielsetzung bei den Use Cases bietet sich der Ansatz von Cockburn [Cock1997] an, sodass jeder Use Case ausführlich beschrieben ist und in den folgenden Phasen als Ausgangssituation genutzt werden kann. Mit Abschluss dieser Phase besitzt jeder Stakeholder ein Konzept für die eigene, spätere Umsetzung der Innovation und zeitgleich ein Geschäftsmodell. Dabei hat er eine Analyse über seine bestehenden und benötigten Kompetenzen durchgeführt und plant dementsprechend auch seine zukünftige Forschungsentwicklung.

Die ergänzende, parallele Phase ist die interne „Definition und Validierung der Systemarchitektur“, welche in der Abbildung 5-13 zu sehen ist. Mithilfe der Systemarchitektur kann der gesamte Umfang der Innovation beschrieben werden in Bezug auf die einzelnen benötigten Subsysteme und deren einzelne Ausprägung. Dies kann dann in der Produktentwicklung als Ausgangspunkt genutzt werden für eine konkrete Ausarbeitung und Entwicklung der einzelnen Subsysteme. Dafür muss aber in Bezug zur Innovation logisches Wissen entwickelt werden. Dies kann mit Versuchen, Recherchen oder auch der Kollaboration entstehen, nach dem Prinzip von [AaNy1995] oder [NoTa1995] und muss wiederum der Wissensbasis zugeführt und vernetzt werden.



Abbildung 5-13 Definition und Validierung der Systemarchitektur

Mithilfe dieses Wissens kann dann eine Architektur innerhalb einer Modellierungsumgebung erstellt werden, die SysML ist eine mögliche Umgebung und bietet vor allem eine ganzheitliche und durchgängige Modellierungsmöglichkeit. Mit dem Erstellen der möglichen logischen Lösungen wird die Innovation auch komplementärer, da nun sowohl die logischen als auch

funktionale Innovationslösungen vorhanden sind. Bei der logischen Entwicklung wird vor allem das Zusammenspiel der einzelnen Subsysteme beschrieben und beeinflusst zeitgleich die Vernetzung der Gruppen innerhalb der Wissensbasis. Auf Basis der zuvor definierten Anforderungen, Funktionen und Use Cases werden dann potenzielle logische Umsetzungen modelliert und in die Wissensbasis integriert. Die definierten logischen Lösungen haben des Weiteren eine Abhängigkeit zur vorhandenen Systemstruktur, da sie unter anderem das Rahmenwerk vorgeben und zeitgleich von denselben Einflussfaktoren beeinflusst werden. Ein Überblick über die Entwicklung einer Systemarchitektur ist in Abbildung 5-14 gegeben. In diesem Beispiel wurde eine initiale Systemarchitektur gebildet und mithilfe der Wissensbasis und den darin inkludierten Wissensmodellen eine innovationsübergreifende Systemarchitektur gebildet. Abschließend muss das gesamte Ergebnis noch validiert werden, gegenüber den zuvor definierten Aspekten aus Anforderung, Funktionen, Use Case und logischen Lösungen.

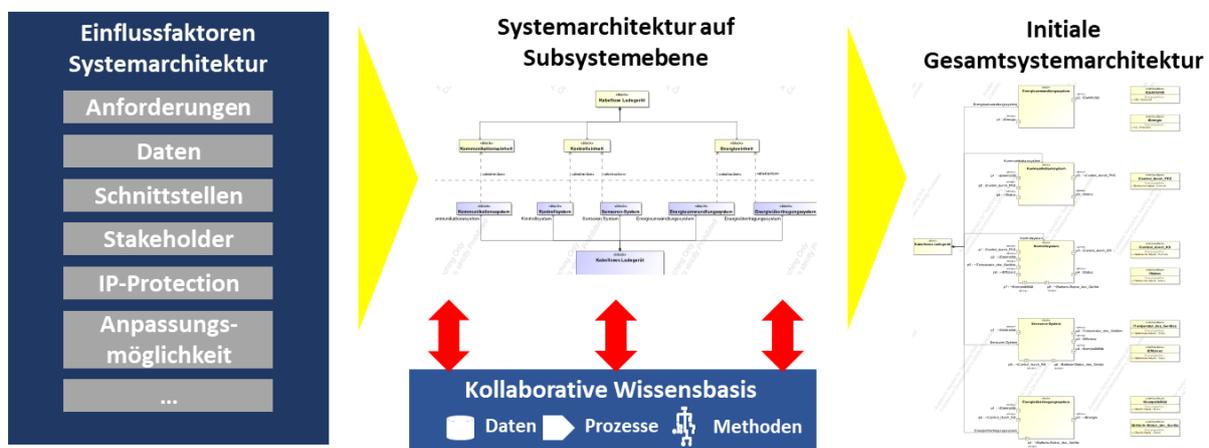


Abbildung 5-14 Entwicklung Systemarchitektur im KIRV-Kontext

Die letzte Phase ist eine Übergangsphase und besitzt Integrationsmöglichkeiten aus den angrenzenden Phasen. Innerhalb der „Konzeptentwicklung“ aus Abbildung 5-15 sind nicht nur Entwickler mit Innovationsfokus beteiligt. Für einen nahtlosen Übergang werden somit auch Produktentwickler integriert und unterstützen den Übergang in die nachfolgende Phase. Die vorliegende Phase agiert erstmals auf einer konkreteren Ebene, was einen erhöhten Kollaborationsaufwand hervorruft. Zunächst müssen die anfangs definierten Anforderungen und Lösungen innerhalb der Wissensbasis aufbereitet und hinsichtlich Produktentwicklung konkretisiert werden. Aus Konzepten und Ansätzen werden mögliche Lösungen mit potenziellen Lösungswegen. Dies wird dann in initialen Produktanforderungen festgehalten, welche dann als Grundlage in der folgenden Anforderungsphase innerhalb des MVPE-Modells dienen können. Mit Bezug zu den Anforderungen und den dazugehörigen Lösungen wird natürlich auch physisches Wissen benötigt, welches die Umsetzung ermöglicht. Diese beiden Prozessschritte werden initial aus der Sicht der KIRV-Stakeholder beschrieben. Für die weitere Verfeinerung und Ausarbeitung

ist wiederum der Austausch mit den nachfolgenden Phasen notwendig, wodurch es zu einer phasenübergreifenden Kollaboration kommt. Dadurch werden die Anforderungen und die



Abbildung 5-15 Konzeptentwicklung KIRV-Methode

einzelnen Subsystemmodelle verfeinert und mit Hinblick auf die Produktentwicklung weiter konkretisiert. Für den finalen Abschluss und Übergabe werden die einzelnen Subsystemmodelle in einem Gesamtmodell integriert und übergeben. Hierbei bietet sich wiederum auch z. B. die SysML an und agiert als Integrationsmedium und Basis.

Es ergibt sich damit eine ganzheitliche KIRV-Methode, welche die Entwicklung der Innovation unterstützt und vor allem in die Produktentwicklung transferiert. In Abbildung 5-16 ist der gesamte Ansatz der KIRV-Methode zu sehen. Wie bereits zuvor beschrieben, werden alle einzelnen Phasen von einer Wissensbasis unterstützt und auch die stattfindende Kollaboration ist meist von einer wissensbasierten Grundlage geprägt. Im folgenden Kapitel wird diese Wissensbasis ausführlich beschrieben hinsichtlich ihrer Funktion und Aufbau.

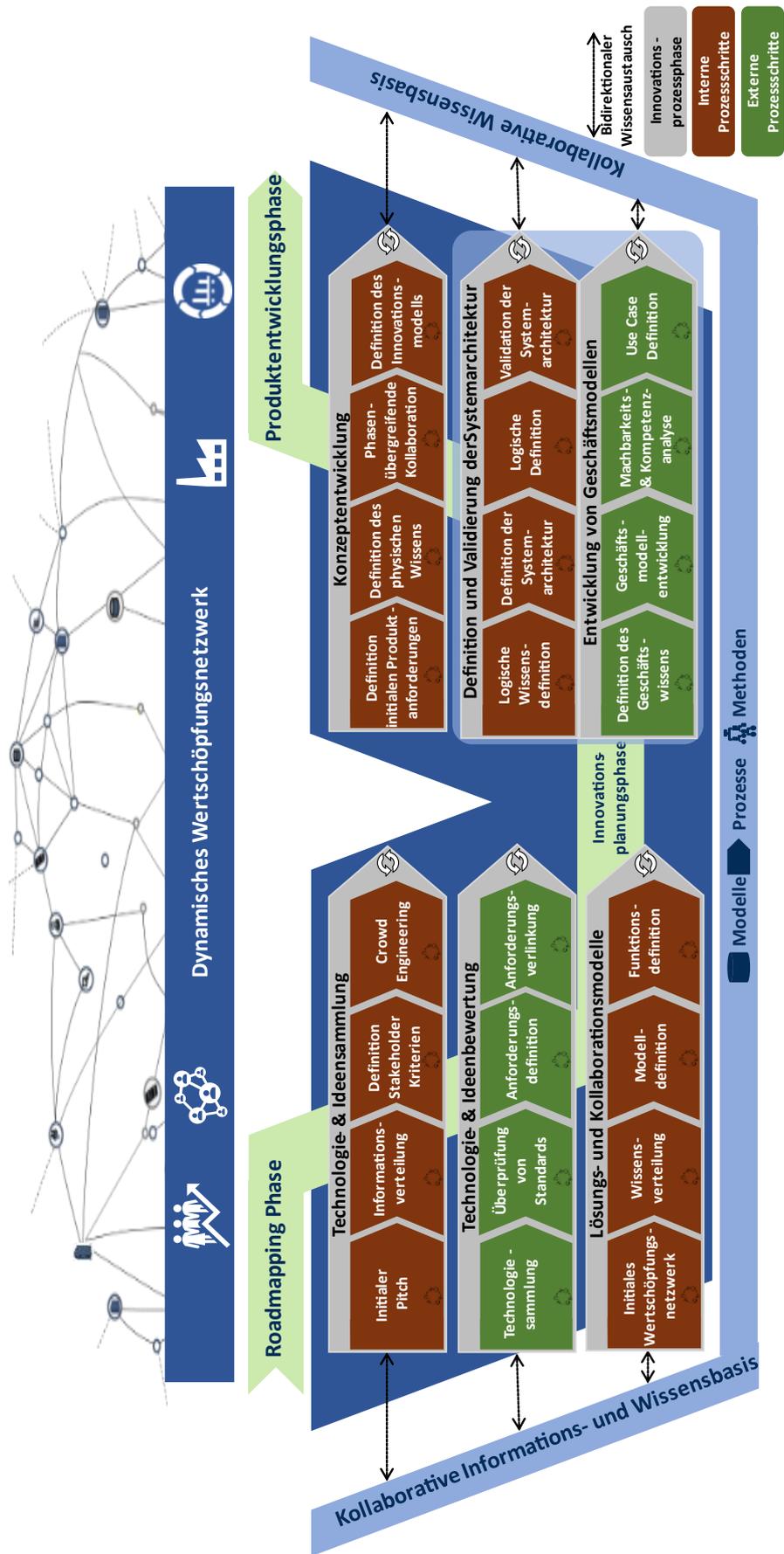


Abbildung 5-16 Kaiserslauterer Innovation Roadmap V-Modell Methodik

## 5.5. Wissensmanagement und -vernetzung

Mit Ablauf der KIRV-Methode kommt es an unterschiedlichen Stellen zur Wissensgenerierung und zeitgleich zum Wissensbedarf. Um diese Anforderungen gerecht zu werden, sieht die KIRV-Methode den ganzheitlichen Einsatz einer kollaborativen Wissensbasis vor. Für den Ansatz wurde eine Wissensbasis entwickelt, welche online zugänglich ist und somit Teil der Innovationsplattform des Wertschöpfungsnetzwerk-Supportes sein kann. Die Wissensbasis kann dementsprechend ein weiterer Service sein, welcher dem Innovationstreiber angeboten wird. Der Entwurf der Wissensbasis kann für jede Innovation neugestaltet werden, jedoch ist es auch möglich bestehende Wissensbasen vorheriger Entwicklungen oder Innovationen zu nutzen. Damit stellt sich auch die Anforderung, dass es ermöglicht werden muss, unterschiedliche Wissensbasen bzw. bestehende Wissensstände von den beteiligten Stakeholdern integrieren zu können. Gleichzeitig kann die Wissensbasis auch vom Innovationstreiber selbst verwaltet werden oder von einer weiteren dritten Partei. Mithilfe der Realisierung innerhalb einer online Umgebung wird der Aspekt einer Integration in eine homogene Toollandschaft bei den beteiligten Stakeholdern umgangen, wo die Integration nicht oder nur unter strengen Auflagen bzw. erhöhtem Aufwand möglich ist. Realisiert ist die Wissensbasis in einer Python Umgebung und beinhaltet eine Datenbank. Als Datenbank könnten theoretisch eine MongoDB, ArangoDB oder eine SQL-basierte Datenbank genutzt werden. Für den hier vorliegenden Anwendungsfall wird eine SQLite Datenbank genutzt, aufgrund der einfachen Möglichkeit zur Modellierung von Relationen und zeitgleich der recht einfachen Bedienung.

Die Wissensbasis repräsentiert in diesem Fall einen Explorationsraum, in dem nach Wissen gesucht, das Wissen vernetzt und abgelegt werden kann. Die Begriffe werden damit synonym verwendet. Gleichzeitig wurde das Ziel definiert, die wertschöpfungsnetzübergreifende Kollaboration während der Innovationsphase zu unterstützen bzw. zu ermöglichen. Dabei werden unterschiedliche Wissensquellen genutzt und importieren das zuvor beschriebene und relevante Innovationswissen (Bezug zu Abbildung 2-8).

Wie in der zuvor beschriebenen Methode kommen auch innerhalb der Wissensbasis unterschiedliche Rollen zum Einsatz. Dabei sind es aber dieselben Rollen aus der KIRV-Methode, jedoch mit abgewandelten Funktionen. Der Wertschöpfungsnetzwerk-Supporter stellt die gesamte Umgebung und das Tool zur Verfügung. Er ist verantwortlich für alle technischen Aspekte, hat aber mit der Wissensvernetzung oder innovationsrelevanten Aspekten keinen Kontakt und Verantwortlichkeit. Der Innovationstreiber ist auch in diesem Fall der Leiter der Wissensbasis und ist verantwortlich bzw. ermöglicht die Gruppenerstellung und Tagerstellung, welche benötigt wird für die Vernetzung. Die unterschiedlichen Innovationsingenieure sind wiederum für den jeweiligen Import und Export des Wissens verantwortlich. Gleichzeitig haben

sie die Möglichkeit, das importierte Wissen zu vernetzen und nach potenziellen Kollaborationspartnern innerhalb der Wissensbasis zu suchen.

Für die Schaffung dieses Explorationsraumes sind drei unterschiedliche Schritte notwendig. Eine Übersicht über das Vorgehen ist in Abbildung 5-17 gegeben. Der Ablauf der Explorationsraumschaffung ist ein kontinuierlicher Prozess und findet in der einzelnen Prozessphase der KIRV-Methode statt, wodurch es zu einem ganzheitlichen Einsatz und Ansatz des Wissensmanagement kommt.

Als erster Prozessschritt ist die „Integration des Metadaten-Inputs“ beschrieben. Bevor jedoch Modelle importiert werden können, müssen zuvor Umgebungen kreiert werden für die einzelnen Stakeholder. Die in Kapitel 5.4 beschriebenen unterschiedlichen Gruppen, werden

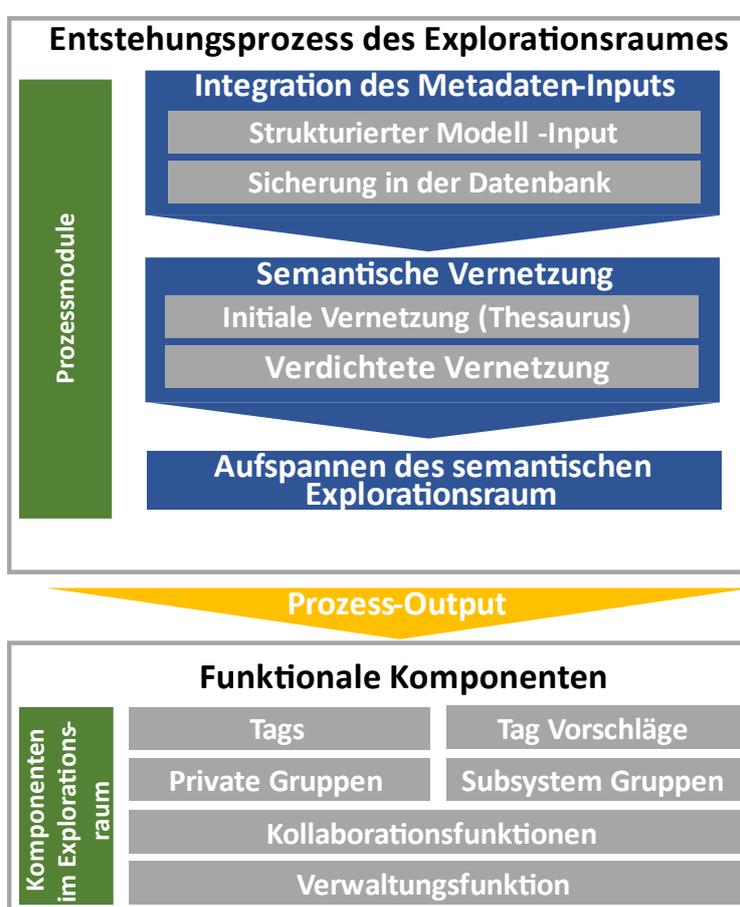


Abbildung 5-17 Prozess zur Erstellung des Explorationsraumes [MoEJ2023]

dabei initial vom Innovationstreiber erstellt, auf Basis der zuvor ermittelten Anforderungen und den ausgewählten Stakeholdern und deren Verantwortlichkeit bzgl. ihrer Subsysteme. Eine persönliche und eine Subsystemgruppe sind demnach jedem involvierten Stakeholder zugeordnet, welche zu Beginn keinen Zutritt durch Externe zulässt. Weitere Subsystemgruppen können jederzeit erstellt werden und müssen dann aber vom Innovationstreiber genehmigt werden. Der Aspekt der Genehmigung ist erforderlich, um überflüssige Gruppen zu vermeiden und die Effizienz der Wissensbasis aufrecht zu erhalten. Nach der Zuordnung der unterschiedlichen

Gruppen kann der strukturierter Modell-Input beginnen. Innovationsingenieure müssen hierfür intern in den Unternehmen nach relevantem Innovationswissen suchen und dieses aufbereiten. Auch hierbei werden sie wieder von den internen Rollen innerhalb des Unternehmens unterstützt. Das aufbereitete Wissen muss dann in einer strukturierten und standardisierten Form integriert werden. Als mögliche Formate bieten sich unter anderem die Extensible Markup Language (XML) [W3C 2008], das JavaScript Object Notation (JSON) Format [Bray2017] oder auch STandard for the Exchange of Product model data (STEP) Format [ISO2020] an. Bei Einhaltung der Standards kann eine Integration innerhalb der Wissensbasis garantiert werden und gleichzeitig die Wiederverwendung durch weitere Stakeholder. Zeitgleich kann die Wissensbasis diese strukturierten Modelle in Bezug zu ihrem Inhalt analysieren und Tags auf Basis des Ergebnisses vorschlagen. Dies wird im weiteren Verlauf des Kapitels ausführlich beschrieben. Hochgeladen wird es vom Innovationsingenieur in einer seiner Gruppen, für die er verantwortlich ist, eine mögliche Übersicht ist in Abbildung 5-18 gegeben. Ist es eher spezifisches Wissen zu einem

| Group Name                       | Group Owner | Group Description                     | Visit Group |
|----------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|
| Persönliche Gruppe Stakeholder A | Admin       | Persönliche Gruppe des Stakeholders A | Visit       |
| Subsystem A                      | Admin       | Wissen zu Subsystem A                 | Visit       |
| Subsystem B                      | Admin       | Wissen zu Subsystem B                 | Visit       |
| Subsystem C                      | Admin       | Wissen zu Subsystem C                 | Visit       |

Showing 1 to 4 of 4 entries      Previous 1 Next

Create New Group

Abbildung 5-18 Übersicht der eigenen Gruppen in der Wissensbasis

Subsystem, so kann es innerhalb der Subsystemgruppe hochgeladen werden, aber auch gleichzeitig in die persönliche Gruppe. Liegt aber allgemeines Wissen bzgl. der Innovation oder Kompetenzen vor, so muss dieses in die persönliche Gruppe integriert werden. Dies entspricht auch dem zweiten Abschnitt der ersten Prozessphase, indem das Wissen innerhalb einer SQLite Datenbank in den unterschiedlichen Gruppen integriert werden muss. Wird das Wissen integriert, muss es auch vernetzt werden, was dem zweiten Abschnitt aus Abbildung 5-17 entspricht. Die semantische Vernetzung wird mit insgesamt drei sich ergänzenden Ansätzen vorgenommen. Zum einen werden Tags erstellt, welche für eine manuelle dreistufige Vernetzung genutzt werden können und dabei vor allem die Gruppen vernetzen, in denen die Wissensmodelle enthalten sind. Zum anderen gibt es die Ansätze der Vernetzung auf Ontologiebasis. Dabei kann die Ontologie die bestehende manuelle Tag-Vernetzung der Gruppen automatisch ergänzen und

vervollständigen und gleichzeitig kann eine Ontologie erstellt werden innerhalb der Gruppen, welche dann eine direkte Vernetzung der Wissensmodelle innerhalb der Gruppen darstellt. Dieser Ansatz wird aber am Ende des Kapitels beschrieben. Die Aufteilung der Ontologie-Ansätze entsprechen einer Top-Level und Low-Level Ontologie. Dabei wird die Top-Level Ontologie über die gesamte Wissensbasis angewendet und die Low-Level innerhalb der unterschiedlichen Gruppen. Alle Vernetzungsschritte der Tags müssen sowohl für die automatisch als auch manuell kreierten Tags abgehalten werden.

Die manuelle Tag-Vernetzung basiert auf einem dreistufigen Prinzip. Ziel ist es, mithilfe der Tags die Gruppen zu vernetzen, welche das Wissen enthalten. Zeitgleich beinhalten die Gruppen wiederum nur das Wissen, welches sich mit dem gleichen Kontext befasst bzw. dasselbe Subsystem beschreibt. Beim Tagging der persönlichen Gruppen wiederum entspricht es unter anderem einer Beschreibung der Kompetenzen und zeitgleich deren persönliche Wissensbeschreibung und Wissensumfang. Tags können bei der manuellen Vernetzung auf zwei unterschiedlichen Arten erstellt werden. Unterschiedliche Tags können von den jeweiligen Innovationsingenieuren angelegt und müssen dabei dann vom Innovationstreiber genehmigt werden, auch hier wird mit dem Genehmigungsprozess die Effizienz der Wissensbasis aufrechterhalten und eine Überflutung und Dopplung von Tags stets vermieden. Die zweite Variante, um Tags zu erstellen, basiert auf der automatischen Generierung. Hierbei werden Modelle, die im XML, JSON oder STEP-Format vorliegen, in die Wissensbasis eingelesen und basierend auf deren modellierten Inhalte und in Abhängigkeit der Häufigkeit werden von der Wissensbasis passende Tags dem Anwender vorgeschlagen. In der folgenden Abbildung 4-19 ist auf der linken Seite ist die manuelle Tag-Entstehung zu sehen und auf der rechten die Automatische. Des Weiteren ist zu sehen, dass jedem Tag eine Beschreibung hinzuzufügen ist. Damit wird der Tag nochmal in einem kurzen Text beschrieben und ermöglicht auch die Beherrschung der Redundanz durch den Innovationstreiber. Ein weiterer Grund ist die dadurch gegebene Hilfestellung, bei der späteren Suche nach erforderlichem Wissen bzw. Tags. Synonyme müssen den Tags auch hinzugefügt werden, was auch dem Ersten von den drei manuellen Tagging-Stufen bzw. Vernetzungsstufen entspricht. Dieser Schritt muss von allen involvierten Innovationsingenieuren vorgenommen werden und wird abschließend vom Innovationstreiber bestätigt. Da die Tags individuell von den unterschiedlichen Innovationsingenieuren erstellt werden, kommt es zu unterschiedlichen Benennungen trotz z. B. identischer Komponente. Dies beruht auf den unterschiedlichen Disziplinen und Hintergründen der Innovationsingenieure. Dadurch kommt es vor allem zu einer abweichenden Nomenklatur, welche durch die Synonymisierung harmonisiert wird. Um dies vorzubeugen und eine erste Vernetzung herbeizuführen, werden die Tags auf Grundlage der Synonymität miteinander vernetzt. Zur Unterstützung dieser Harmonisierung wird ein passender Thesaurus mit Innovationsbezug genutzt, um die Vernetzung zu unterstützen. Ist kein Passender vorhanden, kann er auch manuell

abgehalten werden und auf Grundlagenwissen der Beteiligten durchgeführt werden oder der Innovationstreiber stellt eine bestimmte Anzahl an vordefinierten Tags zur Verfügung, welche aber auch dann individuell ergänzt werden können.

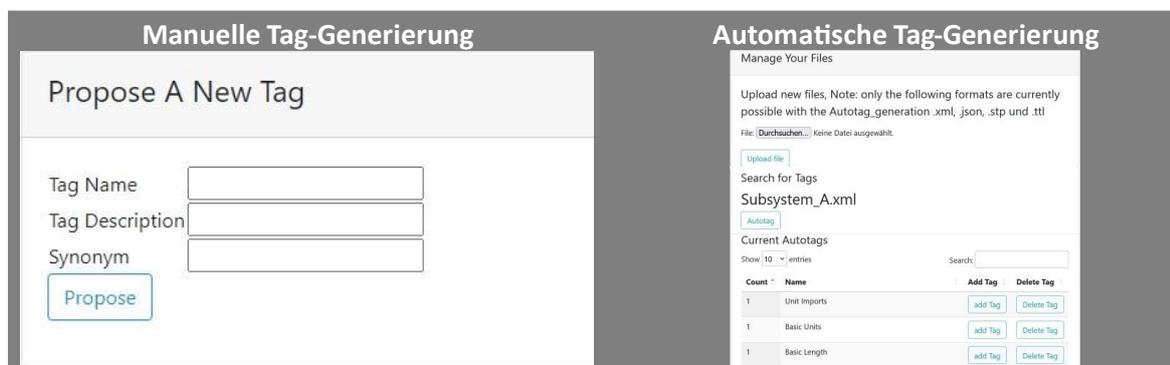


Abbildung 5-19 Tag-Generierung innerhalb der Wissensbasis

Die Auswahl der Tags basiert auf Erkenntnissen des Innovationstreiber bzgl. der Innovation und der damit verbundenen Anfertigung der Ausschreibung und dem Feedback durch den Crowd-Engineering-Ansatz. Dieser Vernetzungsschritt ist für die gemeinsame Kollaboration und späteren Suche nach Wissen essenziell und existenziell.

Im zweiten Schritt der Vernetzung wird auf Basis der Inhalte bzw. den konkreten Inhalt der Modelle eingegangen und basierend darauf werden die Gruppen mit Tags versehen. Der Unterschied zur vorherigen automatischen Tag-Generierung ist, dass dort nur auf die genutzten Begriffe und Beziehungen eingegangen wurde bzw. diese automatisch extrahiert worden sind in Form eines Tags.

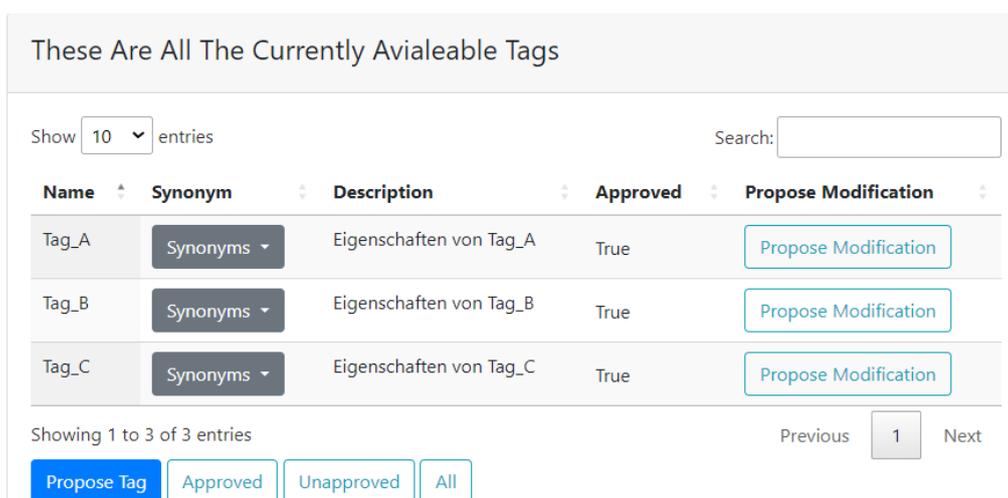


Abbildung 5-20 Übersicht der aktuell verfügbaren Tags

Im zweiten und jetzigen Schritt wird jedoch der Kontext der importierten Modelle betrachtet und dies mithilfe der weiteren und unterstützenden internen Rollen des Innovationsingenieurs. Durch das Vernetzen der Modelle wird somit auch ein initiales semantisches Netz über die Wissensbasis

aufgespannt, welches im letzten Tagging-Schritt verdichtet werden muss und zeitgleich später durch den Einsatz der Ontologie weiter verdichtet wird. Mit Abschluss der zweiten Stufe stehen den Innovationsingenieuren eine Auswahl an unterschiedlichen Tags zur Verfügung, welche im weiteren Verlauf der Vernetzung genutzt werden können, ein Ausschnitt ist in Abbildung 5-20 gegeben.

Im dritten und letzten Schritt der Tagging-Vernetzung werden die Tags untereinander vernetzt, um das semantische Netz zu verdichten. Dies geschieht nach dem Prinzip eines Ontologie-Aufbaus mit der zusätzlichen Kreierung von Relationen zwischen den unterschiedlichen Tags. Die Relationen werden mithilfe von Attributen repräsentiert und sind in diesem Fall „has\_part“

The screenshot shows a web interface titled "This Is Tag\_A Current Hierarchy". It features a search bar and a table with the following columns: Reference, Has Part, Is Part, Has Influence, Is Influenced, and Approved. The table contains one entry for Tag\_A, with Tag\_B listed as a part and Tag\_C as an influence. The 'Approved' status is set to 'True'. Below the table, there are buttons for 'Change Tag', 'Add Synonym', and 'Change Hierarchy', along with pagination controls showing 'Showing 1 to 1 of 1 entries' and 'Previous 1 Next'.

Abbildung 5-21 Mögliche Tag-Hierarchie

und „has\_influence“ und deren dazugehörigen Inverse. In Abbildung 5-21 ist eine schematische Vernetzung eines Tags zu sehen, dort ist der generische Tag\_A zu sehen, welcher Teil des Tag\_B ist und zeitgleich vom Tag\_C beeinflusst wird. In den Übersichten von Tag\_B und Tag\_C werden automatisch die Inverse „is\_part“ und „is\_influenced“ angelegt. Mit dieser Vernetzung können semantische Tripel erstellt werden durch die jeweiligen Innovationsingenieure. Auch bei diesem Schritt der Vernetzung muss durch den Innovationstreiber der Aufbau der Hierarchie bestätigt werden, somit wird seine Übersicht über die Innovation gestärkt und die Effizienz der Wissensbasis. Mithilfe der verdichteten Vernetzung können somit bestehende Wissensstände in bis dato nicht bekannte Relationen gestellt werden und die Entstehung von neuem Wissen begünstigen. Dies geht Hand in Hand mit der dazu notwendigen Kollaboration, welche gleichzeitig durch die in Kapitel 5.4 beschriebenen KIRV-Methode unterstützt wird.

Wie bereits zuvor erwähnt, können die Gruppen auch mithilfe von Ontologien vernetzt werden und das sowohl in den Gruppen intern als auch über alle Gruppen hinweg bzw. über die gesamte Wissensbasis. Wir betrachten zunächst die gruppeninterne Vernetzung und die dazugehörige Erstellung der einzelnen Ontologien in den Gruppen. Mithilfe der Tag-Vernetzung wurden bis dato die jeweiligen Gruppen, die das Wissen enthalten, untereinander vernetzt. Das konkrete Wissen bzw. die Wissensmodelle an sich haben noch keine Vernetzung erhalten. Dies geschieht

unter anderem mithilfe einer Ontologie, die intern in den Gruppen zum Einsatz kommt. In Abbildung 5-22 ist eine Übersicht über das Vorgehen gegeben. Das

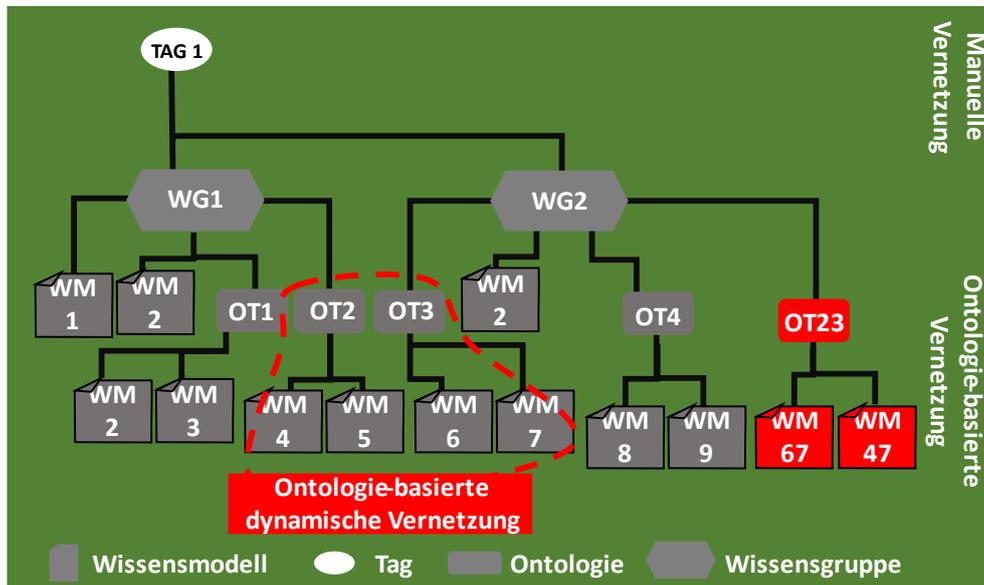


Abbildung 5-22 Ontologie-basierte Wissensvernetzung innerhalb der Wissensbasisgruppen

Vorgehen sieht vor, dass unterschiedliche Ontologien in den Gruppen erstellt, integriert oder neu kombiniert werden können. Die Kombination findet dabei dynamisch statt bzw. im Kontext einer Kollaboration. Dies bedeutet, dass nicht zwingend die gesamten Inhalte einer Gruppe mit weiteren Stakeholdern geteilt werden müssen, sondern nur einzelne Ontologien innerhalb der Gruppen, da diese das Wissen repräsentieren. Werden dennoch Ontologien aus unterschiedlichen Gruppen zusammengeführt, dann werden auch unterschiedliche Wissensmodellen miteinander kombiniert und vernetzt. Dies liegt an der Wissensmodellintegration in die jeweiligen unterschiedlichen Ontologien innerhalb der Gruppen. Damit kann es auch zur Entwicklung von mehreren sich ähnelnden, jedoch unterschiedlichen Ontologien innerhalb einer Gruppe kommen.

Mithilfe der bereits stattgefundenen manuellen Vernetzung konnten unterschiedlichen Gruppen innerhalb der Wissensbasis Tags zugewiesen werden. Damit konnte jedoch nur eine einfache manuelle Vernetzung erreicht werden, welche für die initiale Suche und Kollaboration ausreichend, aber nicht vollumfänglich zufriedenstellend mit Fokus auf die Innovationsphase und dem erhöhten Bedarf an Kollaboration ist. Kommt es zu einer Kollaboration nach der manuellen Vernetzung, so hat der Innovationsingenieur mit Kollaborationsbedarf keine Übersicht über die konkreten Inhalte der Wissensgruppen und der wirklichen Relevanz für ihn. Ausschlaggebend war nämlich nur die Verwendung des Tags zur Vernetzung der Gruppe. Gleichzeitig repräsentiert meist eine gesamte Gruppe ein ganzes Subsystem, welches wiederum aus verschiedensten unterschiedlichen weiteren Subsystemen und einer Vielzahl von Wissensmodellen besteht. Der gesamte Umfang ist dabei größtenteils nicht für die Kollaboration und den Austausch relevant,

sondern nur spezifische Abschnitte innerhalb des Subsystems bzw. der Wissensmodelle. Ein gesamter Austausch der Inhalt in den Gruppen ist somit nicht zielführend. Aus diesem Grund werden unterschiedliche Low-Level Ontologien bzw. interne Ontologien innerhalb der Gruppen erstellt, welche intern die Wissensmodelle vernetzen und gleichzeitig separat austauschbar sind mit den dazugehörigen Wissensmodellen. Die Low-Level Ontologie wird ebenfalls mit Tags erstellt, jedoch sind in diesem Fall die Beziehungen zwischen den Tags individuell wählbar. Durch die freie Wahl der Relationen kann, im Gegensatz zur manuell basierten Vernetzung, eine deutlich dichtere und individuellere Vernetzung erzeugt werden. Modelle stehen nicht in starren Beziehungen zueinander, sondern repräsentieren mit ihren Relationen gleichzeitig Wissen. Als Grundlage der internen Low-Level Ontologien dienen die zuvor erstellten Tags aus der manuellen Vernetzung. Dabei wird jedes Tag mit seinen gesamten Beziehungen und Vernetzungen in die Ontologie integriert und dient als Basis bzw. kann wiederverwendet werden. Im Vorgehen von Abbildung 5-22 hätten demnach die Ontologien 1–4 eine gemeinsame Teilmenge in der Basis, da ihre Gruppe mit dem Tag 1 vernetzt ist und sie zeitgleich interne Ontologien in den Gruppe 1 & 2 sind. Einige Vorteile dieser direkten Modellvernetzung mithilfe einer Ontologie sind das Anreichern der einzelnen Modelle und die Möglichkeit von Schaffung neuer Wissensstände durch die Kombination bestehender Lösungen.

In der Abbildung 5-23 ist der schematische Aufbau der Ontologien beschrieben. In den jeweiligen Gruppen befinden sich eine oder mehrere Ontologien und innerhalb dieser sind wiederum Tags und gleichzeitig Wissensmodelle hinterlegt. Diese unterschiedlichen Ontologien können miteinander kombiniert und zu einer neuen übergreifenden zusammengeführten Ontologie vereint werden. Innerhalb Abbildung 5-23 ist dies beispielhaft am Tag 1 erläutert. Liegt der fiktive Fall vor, dass in Bezug zu Tag 1 aus der manuellen Tag-Vernetzung Wissen benötigt wird, kann der Einsatz des Tags innerhalb der unterschiedlichen Gruppen analysiert werden. Gleichzeitig wurde bereits beschrieben, dass die Grundlage der internen Low-Level Ontologien die zuvor stattgefunden manuelle Tag- Vernetzung ist. Somit können die jeweiligen internen Low-Level Ontologien separiert werden bzw. auch die damit verbundenen Wissensmodelle. Im Zuge der in Abbildung 5-23 schematisch beschriebenen, dynamischen Vernetzung können die einzelnen Abschnitte der Ontologien in einer neuen Gruppe zusammengeführt werden. Diese neue, dynamisch vernetzte Ontologie ist dann Bestandteil der neuen, zusammengeführten Ontologie und kann weiterentwickelt bzw. mit weiterem Wissen angereicht werden. Besonders ist dabei die automatische Verknüpfung des Tag 1 und die untergeordneten weiteren Tags und Wissensmodelle. Unterschiedliche Wissensmodelle und Tags, von unterschiedlichen Stakeholdern, werden in diesem Zuge dynamisch vernetzt und in Relation gesetzt. Dieses beschriebene Vorgehen der internen Vernetzung der Ontologie fördert speziell die wissensbasierte Kollaboration, welche bei der Analyse und Transformation von z. B. Versuchsdaten hin zu Wissen benötigt wird.

Der Aufbau und die Umsetzung innerhalb der Wissensbasis ist in Abbildung 5-24 beschrieben und zeigt die Möglichkeit eine Ontologie aufzubauen. Dabei können der jeweiligen Ontologie unterschiedliche Tags hinzugefügt oder entfernt werden. Für die Wissensvernetzung können dann Wissensmodelle, als sogenannte Ontologie-Files, integriert und den jeweiligen Tags zugeordnet

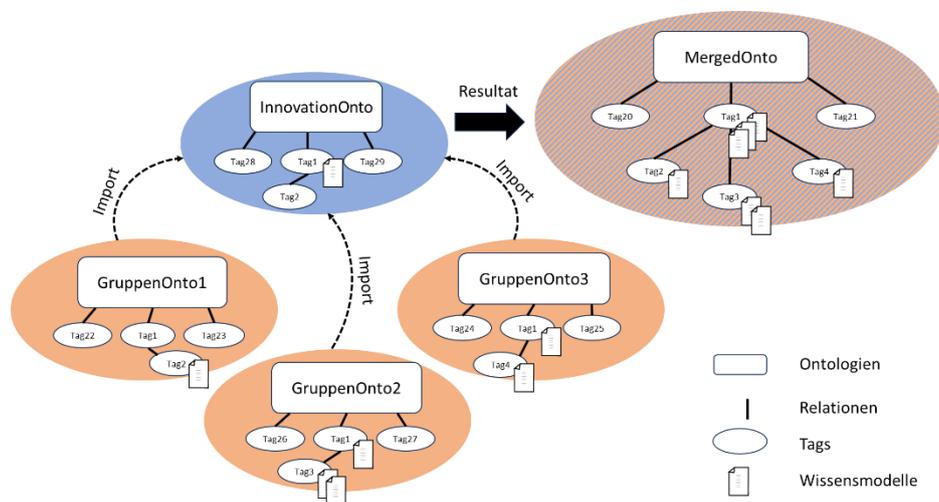


Abbildung 5-23 Dynamische Vernetzung der Ontologien in der Wissensbasis

werden. Gleichzeitig können, wie im Abschnitt davor beschrieben, unterschiedliche Abschnitte anderer Ontologien bzw. von anderen Stakeholdern integriert werden, dies wird durch die Möglichkeit „Import Partner Knowledge“ realisiert. Des Weiteren kann die zuvor erstellte manuelle Vernetzung mithilfe „Import Thesaurus Knowledge“ innerhalb der jeweiligen Ontologie dann vollumfänglich integriert werden und als Grundlage dienen. Um die Vernetzung zu komplementieren und eine maximale Dichte im Kontext dieser Wissensbasis zu erreichen, bedarf es noch einer Top-Level-Ontologie, welche wieder über die Gruppen hinweg die Tags miteinander vernetzt und ergänzt. Hierfür wird für die KIRV-Methodik, welche für die Innovationsentwicklung von Smarten Produkten beschäftigt, eine Smarte Produkt Ontologie benötigt. Die Smarte Produkt Ontologie wird mithilfe von Protégé [Muse2015] entwickelt, innerhalb der Web Ontology Language (OWL) [W3C2004a].

Als Input bzw. Grundlage der Ontologie dient die in Kapitel 3.23 vorgestellte GENIAL! Basic Ontologie, aufgrund ihres Fokus auf die Mikroelektronikkomponenten, welche Bestandteil der Smarten Produkte sind. Mit einer Erweiterung auf Komponentenebene und bzgl. Services ist es möglich, Innovationen aus dem Kontext der Smarten Produkte zu beschreiben. Vor allem die Beschreibung der Komponenten und Bestandteile ist sinnvoll, da vor allem Wissen bzgl. dieser Aspekte entwickelt werden muss. Für die weitere Entwicklung der Ontologie müssen die Erkenntnisse bzgl. Smarten Produkten aus Kapitel 2.1 festgehalten und ihre Beziehungen zueinander beschrieben werden, da sie als Grundlage für die zu entwickelnde Ontologie dienen.

Der Ansatz von Uschold und King [UsKi1995] wird für die Entwicklung der Ontologie genutzt. Der Ansatz sieht es vor, zunächst den Zweck genau zu identifizieren. Daraus ist es möglich, eine

Ontologie zu entwickeln, welche genau diesen Zweck zu erfüllen hat. Bestandteile der Entwicklung sind die Erfassung, Kodierung und die Integration von bestehenden Ontologien. Die Integration ist äußerst wichtig, da eine komplette Neuentwicklung meist nicht erforderlich ist.

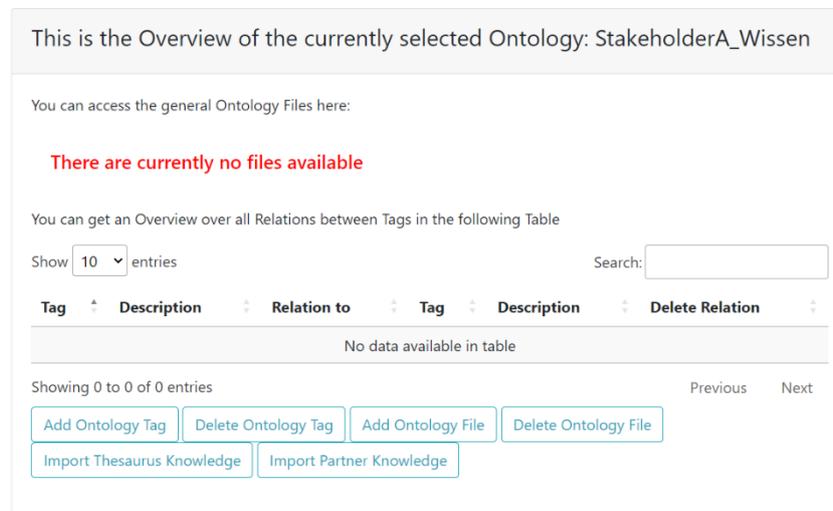


Abbildung 5-24 Entwurf einer Ontologie innerhalb der Wissensbasis

Etablierte und bestehende Ontologien können teilweise integriert oder für den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. Als letzter Schritt folgt dann die Bewertung der Ontologie, sodass ein Erfüllen des zuvor definierten Zwecks garantiert bzw. sie bzgl. ihres Zweckes validiert werden kann.

Für den vorliegenden Fall der KIRV-Methode wird eine Domain-Ontologie im Kontext der Smarten Produkte erstellt, sodass diese breitgefächert eingesetzt werden kann, die sogenannten Smart Produkt Ontologie (SPO). Mithilfe eines Anwendungsfalles kann diese Domain-Ontologie weiter verfeinert und in eine Applikations-Ontologie überführt werden.

Ziel und Zweck der Ontologie ist es, die Wissensbasis aus Abbildung 5-17 zu unterstützen, bei der Wissensvernetzung bzw. der dafür eingesetzten Tags. Der durch das manuelle Tagging entstandene und erweiterte Thesaurus soll mithilfe der Ontologie ergänzt werden und die Erstellung bzw. Verknüpfung der Tags vereinfachen. Mit Bezug auf Abbildung 5-17 nimmt die Ontologie konkret auf die Abschnitte der semantischen Vernetzung Einfluss, welche dann innerhalb des Explorationsraumes auf folgenden Attribute Einfluss nimmt:

- Tags
- Tagvorschläge
- Private Gruppen
- Subsystem-Gruppen

Gleichzeitig sollen die unterschiedlichen Stakeholder innerhalb des aufgespannten Wertschöpfungsnetzwerkes der KIRV-Methode bei der Wissenskollaboration unterstützt werden.

Somit ist der genaue Zweck der Ontologie beschrieben, vor allem wo sie ansetzen und welchen Einfluss sie nehmen muss. Im nächsten Schritt des Ansatzes von Uschold und King wird die Ontologie erfasst. Zu Beginn wird die Ontologie erfasst und primäre Konzepte bzw. Beziehungen identifiziert [BrAn2018]. Die in Kapitel 2.1 analysierten Ergebnisse dienen als Grundlage für eine initiale Struktur der Ontologie. Für die Verfeinerung der initialen Struktur werden unterschiedliche bestehende Smarte Produkte bewertet, in Hinblick auf ihre enthaltenen Komponenten bzw. Module. Als Beispiel wurden ein Smartphone, Applewatch 8, Samsung Galaxy Watch 5, Smart TV, smarter Kühlschrank und ein Fire TV 2. Generation bewertet.

Auf Grundlage der resultierenden Matrix konnten die folgenden Module für die Ontologie identifiziert werden:

- Sensoren
- Physische Komponenten
- Verbindungskomponenten
- Eingabegerät
- Aktuator
- Energiequelle
- Gehäuse
- Verarbeitungseinheit
- Service
- Software

Eine Übersicht und Verknüpfung der Module bzw. die initiale Struktur der Ontologie ist in Abbildung 5-25 zu sehen. Diese Übersicht dient später als Grundlage für die Entwicklung der Ontologie innerhalb des Protégé Editors. Die erhaltenen Ergebnisse harmonisieren mit den in Kapitel 2.1 beschriebenen Ansätzen von [Abra2014] und [PoHe2014].

In Abbildung 5-25 ist zu sehen, dass das Smarte Produkt unterteilt ist in eine smarte Komponente, eine physische Komponente und eine Verbindungskomponente. Die physische Komponente ist

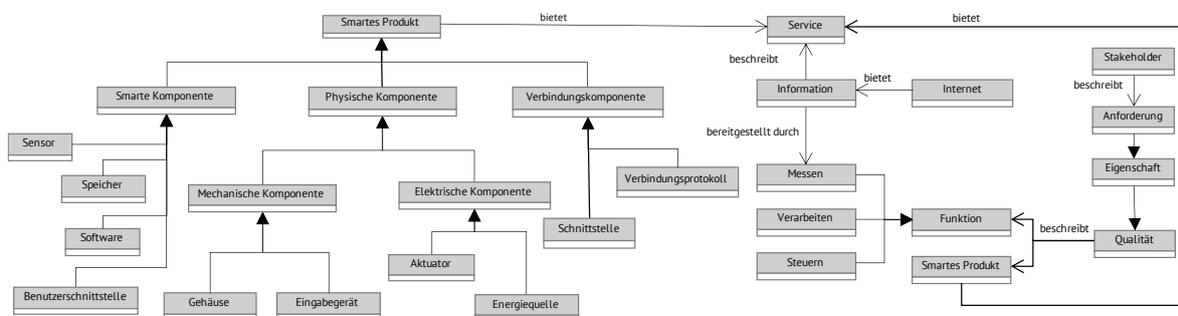


Abbildung 5-25 Zusammenhang smartes Produkt zu seinen Komponenten und Service

wiederum unterteilt in eine mechanische und elektrische Komponente, welche z.B. ein Gehäuse oder ein Aktuator sein kann. Die Verbindungskomponente ist zuständig für die Vernetzung zu

weiteren Systemen oder vor allem beim Agieren innerhalb eines Ökosystems. Gleichzeitig ist sie erforderlich bei der Umsetzung einer Vielzahl der in Kapitel 2.1 beschriebenen Eigenschaften. Die smarte Komponente besteht unter anderem aus dem Sensor, Speicher, Benutzerschnittstelle und der notwendigen Software. Hierbei sind alle Verbindungen bzw. Beziehungen zueinander in der Eigenschaft einer „ist-eine“-Relation.

Ein besonderer Aspekt der Smarten Produkte ist, das Anbieten eines Services gegenüber dem Nutzer [Abra2014]. Für die Realisierung werden somit die Aspekte Service und Internet benötigt, welche auch als einzige mit der Beziehung „bietet“ an beschrieben werden. Ein weiterer Punkt ist die Bereitstellung von Funktionen. Im Falle der smarten Produkte kann dies das Messen der Umgebungsparameter durch Sensoren sein. Dies ist unter anderem notwendig für die Bereitstellung und dem Anbieten von Services. Gleichzeitig muss simultan garantiert werden, dass diese Funktionen korrekt ausgeführt werden und dafür werden Aspekt der Qualität benötigt. Auf Basis der Eigenschaften und der Anforderungen kann dann, mithilfe des Abgleiches zu den Informationen, die Qualität beschrieben werden. Mithilfe der aufgebauten und beschriebenen Architektur in Abbildung 5-23 ist es nun möglich eine smarte Produkt Ontologie zu entwickeln und für das Vernetzen des Wissens einzusetzen.

Der nächste Schritt sieht es vor, die Ontologie zu kodieren, dies geschieht im Kontext vom Protégé Editor. Wie bereits zuvor beschrieben werden hierfür unter anderem bestehenden Ontologien genutzt und für den hier vorliegenden Anwendungsfall angepasst. Zum einen wird die Ontologie für Services des World Wide Web Continuum genutzt, welche auch in Abbildung 5-26 beschrieben ist [W3C2004b]. Der jeweils einzelne Service wird dabei repräsentiert durch das Serviceprofil, das beschreibt, was genutzt wird. Der Service an sich wird wiederum durch das Servicemodell beschrieben, in seiner Funktion und Umfang. Durch das Servicefundament kann auf den Service zugegriffen werden bzw. die mögliche Interaktion beschrieben. In Falle der [W3C2004b] Ontologie ist unter Services ein Webdienst zu verstehen, was jedoch für den Anwendungsfall Smarte Produkte dennoch adaptiert und im Kontext angepasst werden kann. Auch die Relationen aus Abbildung 5-26 können so übertragen und in der Smart Produkt Ontologie (SPO) wiederverwendet werden. Eine weitere Ontologie, welche integriert wird, ist die GENIAL!-Basic Ontologie (GBO). Sie basiert gleichzeitig auf den Ontologien der Basic Formal Ontologie als Top-Level-Ontologie [Rutt2020] und der Ontology of units of Measure [Rijg2023]. Durch die Beschreibung der einzelnen Komponenten, welche auch Bestandteile von Smarten Produkten sind und dem dazugehörigen Innovationsfokus, bietet sich vor allem die Wiederverwendung und vor allem Anpassung der GENIAL!-Basic Ontologie an. Innerhalb des Protégé Editors ist die direkte Möglichkeit eines Imports von bestehenden Ontologien gegeben, dabei können sie entweder komplett oder nur selektiv importiert werden. Im Falle der Service Ontologie aus [W3C2004b] wird ein vollumfänglich Import vorgenommen. Alle Klassen und Eigenschaften der Ontologie werden innerhalb der SPO wiederverwendet. Im Falle der GBO wird jedoch nur der benötigte Teil der Klassen, Relationen und Eigenschaften übernommen.

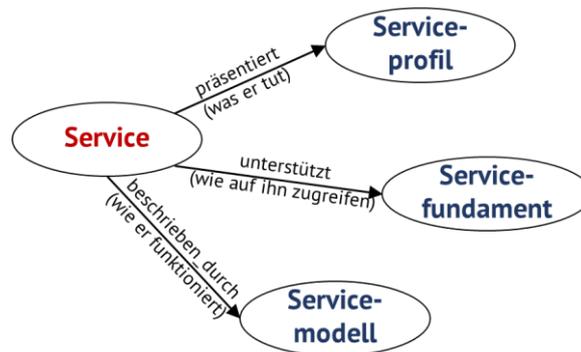


Abbildung 5-26 Service-Ontologie nach [W3C2004b]

In Abbildung 5-27 sind die übernommenen Klassen blau hinterlegt. Somit werden Aspekte unter anderem Klassen der Entität, Kontinuant, Messung und Einheit übernommen, welche zur Basic Formal Ontologie als Top-Level-Ontologie und der Ontology of units of Measure gehören. Konkret

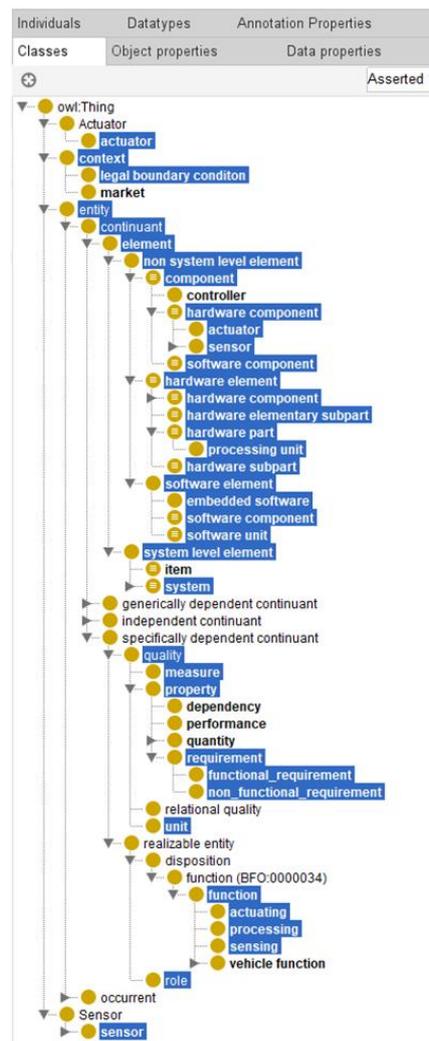


Abbildung 5-27 Auswahl der importierten Klassen aus der GENIAL! Basic Ontologie

werden aus der GBO-Aspekte der Elemente übernommen, welche eine Separierung in die Aspekte Elemente der Systemebene und Elemente der Nicht Systemebene besitzt, welche im Kontext der Smarten Produkte mit den Eigenschaften der physischen und virtuellen Komponenten beschreiben lässt. Die importierten Klassen aus den beiden Ontologien müssen für den Anwendungsfall SPO noch weiter angepasst und ergänzt werden. Somit wird die Klasse Smartes\_System der Klasse System hinzugefügt, wie in Abbildung 5-28 zu sehen ist. Oberhalb der Klasse Smartes\_System sind die Klassen der unterschiedlichen Elemente, welche aus der GBO übernommen worden sind. Wie bereits in Abbildung 5-25 festgehalten und beschrieben, bedarf die Klasse Smartes\_System eine Aufteilung der Komponenten in den Bereichen:

- Smarte Komponente
- Physische Komponenten
- Verbindungskomponente

Dabei wird wiederum die physische Komponente in die Subklassen mechanische und elektronische Komponente unterteilt, für eine einfache Beschreibung und Vernetzung im Anwendungsfall der SPO.

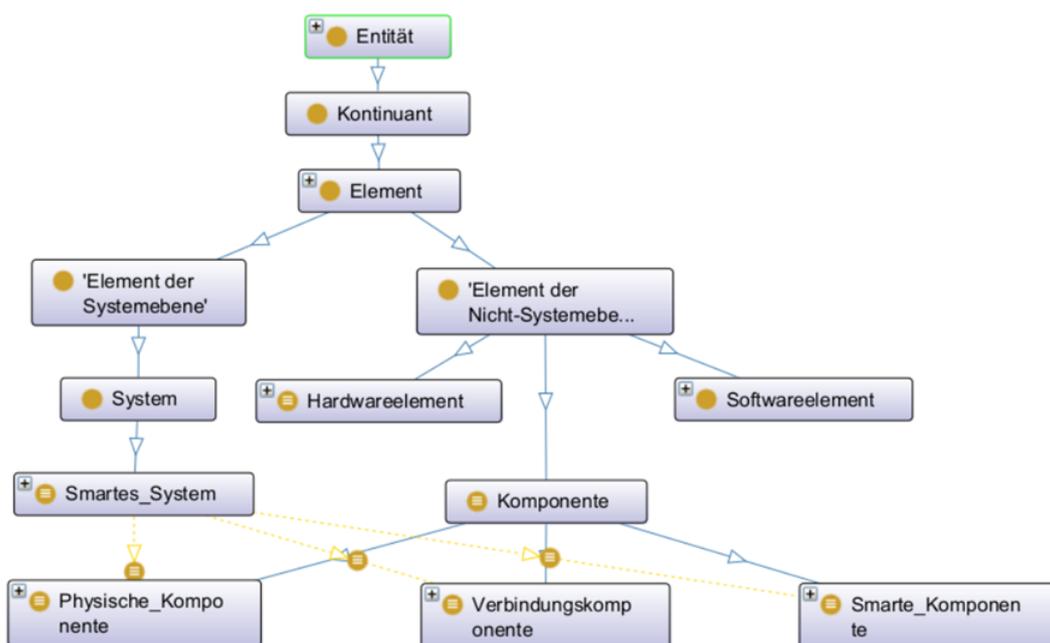


Abbildung 5-28 Entität, Kontinuant und Element bis zur Komponentenebene

Nicht nur die unterschiedlichen Komponenten charakterisieren die SPO und das Smarte Produkt. Innerhalb der Ontologie wird das System mit den folgenden Quantitäten modelliert und definiert. Die Klasse System:

- Gebildet aus mindestens einer physischen Komponente
- Gebildet aus mindestens einer Verbindungskomponente
- Gebildet aus mindestens einer smarten Komponente
- Bietet mindestens einen Service

Damit wird innerhalb der Ontologie festgelegt, was jedes System bzw. jedes Smarte Produkt für Eigenschaften besitzen muss. Der Aspekt der Services wurde, wie in Abbildung 5-26 und innerhalb der [W3C2004b] beschrieben, übernommen. Somit sind die Klassen Servicemodell, Servicefundament und Serviceprofil innerhalb der SPO beschrieben und vorhanden, mit den jeweiligen passenden Beziehungen. Mithilfe der Klasse Informationen wird eine Verbindung zwischen den Klassen Service und Smarten Produkt erstellt, da Informationen essenziell für die Bereitstellung der Services durch das Smarte Produkt sind. Durch den Bezug zu den internetbasierten Services wird zeitgleich die Subklasse Internet benötigt, die unter anderem die Informationen anbietet. Beide sind wiederum eine Subklasse der Klasse Messung, welche ursprünglich aus Ontology of units of Measure stammt.

Dabei ist Messen eine Subklasse der Klasse Funktionen. Für die SPO muss die Klasse Funktionen weiter angepasst und erweitert werden. In der Abbildung 5-29 ist eine Übersicht über alle

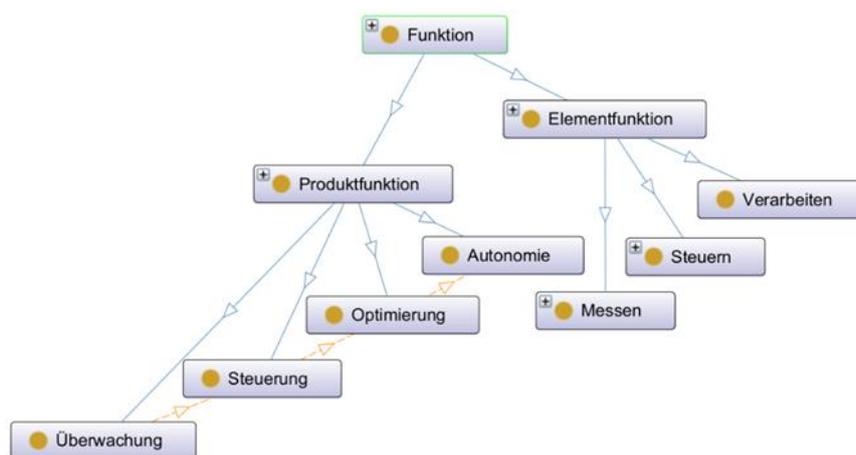


Abbildung 5-29 Funktionen innerhalb der Smarte Produkte Ontologie

Funktionen innerhalb der SPO gegeben. Die Element- und Produktfunktionen sind dabei aus der BFO übernommen worden. Erweitert wurden im Kontext der Funktionen nur die Produktfunktionen, welche nun auch die Eigenschaften der Smarten Produkte charakterisieren. Mithilfe der Überwachung, Steuerung, Optimierung und Autonomie werden innerhalb der SPO die einzelnen Produktfunktionen eines Smarten Produktes beschrieben. Durch die Wandelbarkeit von Smarten Produkten, wie z. B. durch Rekonfiguration, kann die Klasse der Funktionen nicht, wie innerhalb der BFO vorgesehen, als Kontinuant beschrieben werden. Aus diesem Grund wird sie innerhalb der SPO den Entitäten zugeordnet und steht in einer Beziehung zur Klasse der Qualität und befinden sich auf einer Ebene.

Die Subklasse Qualität besitzt die als ihr untergeordneten Klassen: Eigenschaft, Messung und Einheit. Neu ist hierbei die Subklasse Eigenschaft, welche alle Eigenschaften, die ein Produkt oder Funktion aufweist, umfasst. In Abbildung 5-30 sind die einzelnen Subklassen beschrieben

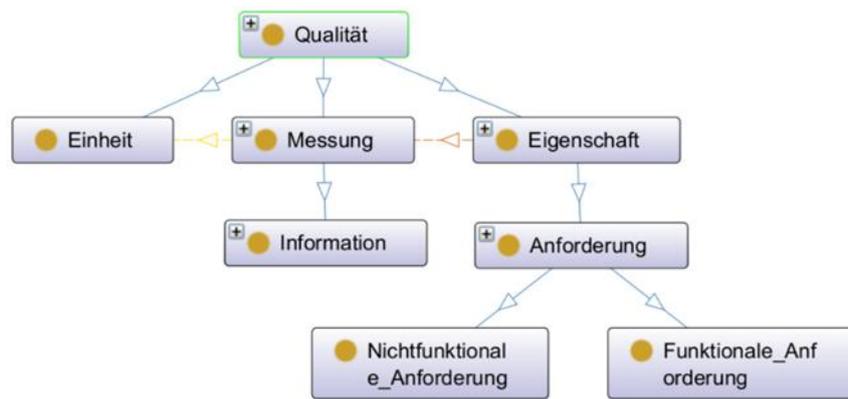


Abbildung 5-30 Qualität innerhalb der Smarte Produkte Ontologie

mit den jeweiligen Beziehungen, dabei ist zwischen Eigenschaft und Messung die Relation „hat\_Wert“ und zwischen Messung und Einheit die Relation „hat\_Einheit“ beschrieben. Die Eigenschaften eines Smarten Produktes werden mithilfe von Anforderungen beschrieben und definiert, womit auch die Subklassen-Beziehung in Abbildung 5-30 zustande kommt. Die Anforderungen werden dabei in funktionale und nichtfunktionale Anforderungen kategorisiert. Dabei beschreiben funktionale Anforderungen, was ein System tun soll, während nicht funktionale Anforderungen beschreiben, wie ein System funktionieren soll.

Diese Anforderungen werden jedoch von Stakeholdern beschrieben und definiert, was zur Betrachtung der Klasse der Stakeholder führt. Stakeholder sind essenziell, da sie an der Entwicklung von Smarten Produktinnovationen beteiligt sind und die Realisierung ermöglichen. Wie bereits in Kapitel 2.3 beschrieben, könne Stakeholder innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes unterschiedliche Rollen einnehmen und vertreten.

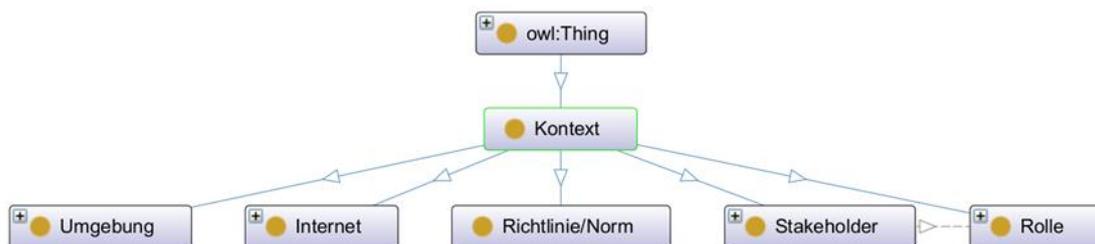


Abbildung 5-31 Kontext innerhalb der Smarte Produkte Ontologie

Um diese zu gewährleisten, wurde die Klasse der Rollen aus der BFO übernommen. Rollen sind innerhalb der SPO dem Kontext untergeordnet und mit der Relation „führt\_aus“ mit dem Stakeholder verbunden, wie in Abbildung 5-31 zu sehen ist. Für eine bessere und feinere Beschreibung wird die Klasse Rolle in die Subklassen Benutzer, Entwickler, Lieferanten oder Hersteller aufgespalten. Jeder Stakeholder muss dabei mindestens eine Rolle, kann aber auch gleichzeitig mehrere einnehmen. Dem Kontext sind weitere Subklassen wie die Umgebung, Internet und Normen untergeordnet. Mit den Richtlinien und Normen wird der Umfang und Funktionsweise eines Smarten Produktes eingeschränkt und festgelegt. Mithilfe von Sensoren und Messungen werden Daten aus der Umgebung aufgenommen, womit Anpassungen bzgl. z. B.

Rekonfigurationen vorgenommen werden können. Aus diesem Grund muss die Subklasse Umgebung in den Kontext aufgenommen werden. Die Subklasse Internet ist für die zuvor beschriebenen, internetbasierten Services verantwortlich.

Insgesamt besteht die SPO nun aus 69 unterschiedlichen Klassen und 29 Objekt-Eigenschaften und drei Daten-Eigenschaften. Eine Gesamtübersicht mit allen Klassen und dazugehörigen Beziehungen ist in Abbildung 5-32 gegeben. Als letzten Schritt des Uschold und King Ansatzes steht die Bewertung der entwickelten SPO an. Mithilfe der vorherigen Recherche aus Kapitel 2.1 und der Analyse von bestehenden Smarten Produkten war es möglich eine Ontologie zu entwickeln, welche es ermöglicht, Wissen bzgl. Smarten Produkten zu vernetzen. Bei Vergleichen der SPO mit dem zu Beginn definierten Zweck bzw. den Anforderungen, so erfüllt sie dies vollumfänglich. Des Weiteren wurde mithilfe eines Reasoners auf Inkonsistenz geprüft. Hierzu wurde mithilfe des Hermit OWL Reasoner eine Prüfung durchgeführt [Know2023].

Für eine ausführliche Bewertung muss die SPO anhand eines Anwendungsfalls erprobt und getestet werden. Dies geschieht in Kapitel 6 im Kontext der Instanziierung der Methode. Mit der Entwicklung der SPO ist auch die verdichtete Vernetzung im Kontext der semantischen Vernetzung aus Abbildung 5-17 abgeschlossen.

Im nächsten Schritt der Wissensbasis kann nun der semantische Suchraum bzw. Explorationsraum aufgespannt werden. Der semantische Suchraum widerspiegelt dabei die Wissensbasis einer vernetzten Form, in der unterschiedliche Gruppen und die dazugehörigen Wissensmodelle miteinander vernetzt sind und nach ihnen gesucht werden kann. Der Suchraum wird mit Verlauf der KIRV-Methode immer konkreter und besser, was mit der fortlaufenden Vernetzung korreliert. Dennoch kann der initiale Suchraum, welcher zu Beginn der KIRV-Methode geschaffen wird, einen ausreichenden Mehrwert erbringen und bietet die Grundlage für die weitere Wissensgenerierung und -vernetzung.

Liegt der Fall vor, dass ein Stakeholder Wissen benötigt und dieses in der Wissensbasis sucht, kann er zunächst weitere Gruppen suchen, welche sich mit dem Wissen beschäftigen oder dieses besitzen. Als mögliche Gruppen gibt es, wie bereits vorab beschrieben, die persönlichen Gruppen, welche das gesamte persönliche Wissen eines involvierten Stakeholders besitzen. Zeitgleich gibt es noch die Subsystem Gruppen, in denen ein einzelnes Subsystem fokussiert wird. Nun kann nach den Tags gesucht werden und nach den damit verknüpften Gruppen. Zeitgleich ist es möglich, die Hierarchie der Tags aus Abbildung 5-21 in Betracht zu ziehen und damit weitere mögliche Tags zur Wissenssuche zu nutzen. In der folgenden Abbildung 5-33 ist verdeutlicht, wie nun beispielhaft nach dem Wissen, welches mit Tag\_A korreliert, gesucht werden kann. Durch die vorab vorgenommene Vernetzung der Gruppe mit Tag\_A wird diese nun den weiteren Stakeholdern vorgeschlagen werden. Diese bestehende Vernetzung kann dabei manuell oder automatisch stattgefunden haben innerhalb der semantischen Vernetzung. Einweitere Möglichkeit, die dem suchenden Stakeholder angeboten wird, ist, dass die Wissensbasis weitere Gruppen und zeitgleich

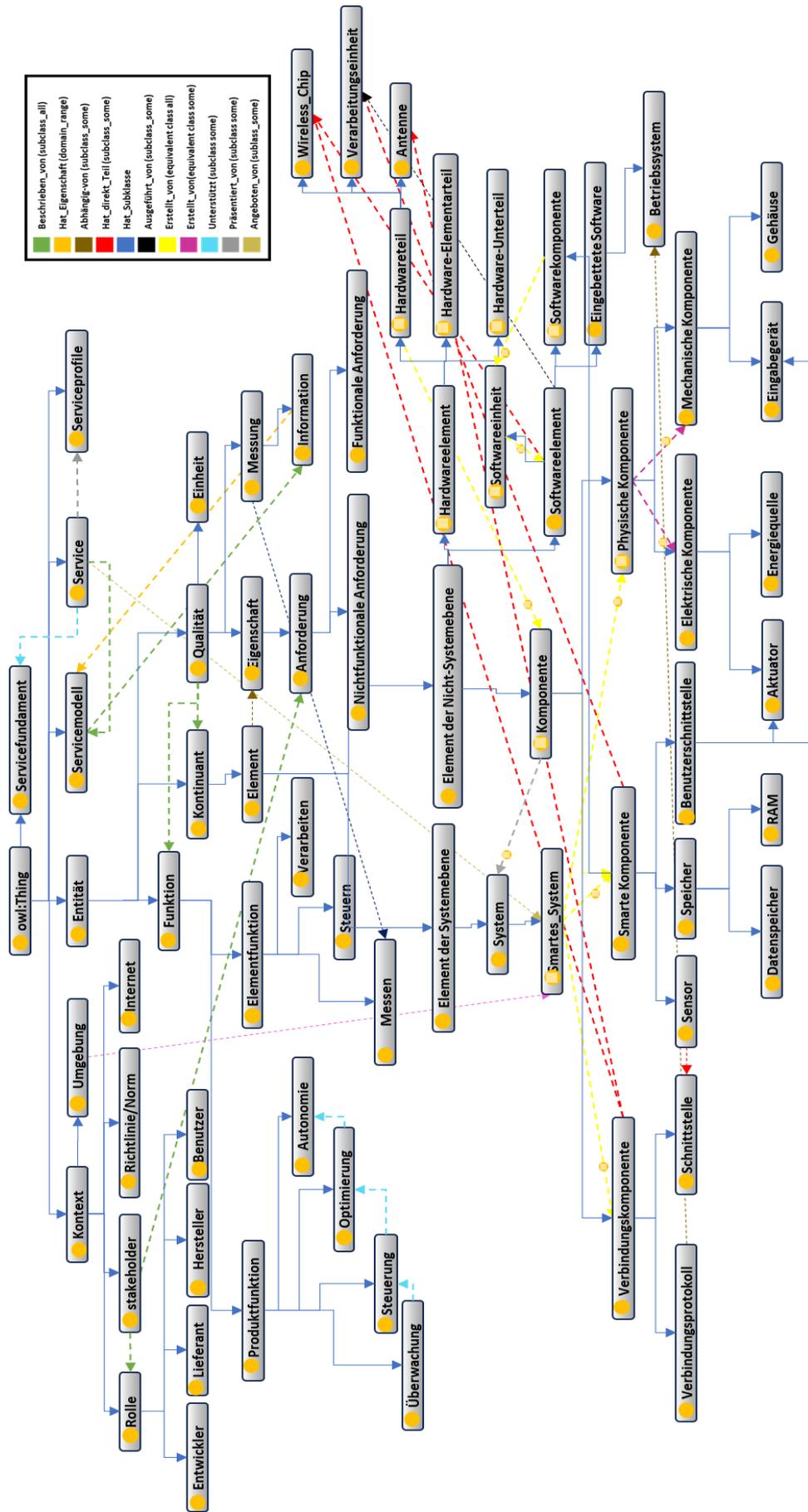


Abbildung 5-32 Gesamtübersicht Smart Produkt Ontologie

Tags vorschlagen kann. Dieser Tag-Vorschlag ist einer der Vorteile des Explorationsraumes und basiert auf zwei unterschiedlichen Mechanismen. Zum einen wird das Suchverhalten des Stakeholders mit dem von weiteren Stakeholdern verglichen, dies geschieht jedoch nur, wenn zum anderen weitere Stakeholder in diesem Fall ebenfalls nach dem Tag\_A gesucht haben. Liegt dieser Fall vor, so kann auf Basis der weiteren und fortlaufenden Suchen der weiteren Stakeholder eine Prognose bzw. Vorschlag abgegeben werden, in Form von weiteren Gruppen und Tags, die interessant sein könnten. Zeitgleich wird dieser Vorschlag durch die bestehende interne Vernetzung und Hierarchie der Tag Vernetzung bzgl. der Gruppen unterstützt, dies entspricht dann dem zweiten Mechanismus.

The screenshot displays a web interface for searching groups based on tags. It is organized into three main sections:

- Currently Selected Tags To Filter By:** This section shows a single tag, 'Tag\_A', which has been selected. Below the tag is a 'Filter' button.
- Groups Satisfying Your Current Requirements:** This section displays a table of search results. At the top, there is a search bar and a dropdown menu set to '10' entries. The table has columns for 'Group Name', 'Group Description', 'Group Owner', 'Message', and 'Send Invite'. One result is shown: 'Persönliche Gruppe Stakeholder A' with a description 'Persönliche Gruppe des Stakeholders A'. To the right of the description are 'Admin' and 'Invite' buttons. Below the table, it indicates 'Showing 1 to 1 of 1 entries' and includes 'Previous' and 'Next' navigation links.
- Group Proposals Based On Past Searches:** This section is currently empty, showing 'No data available in table' and 'Showing 0 to 0 of 0 entries'.

Abbildung 5-33 Wissenssuche auf Basis von Tags

Ein wichtiger Aspekt ist auch die genaue Betrachtung der Gruppen an sich, denn nicht jede Gruppe entspricht dem richtigen Kollaborationspartner, trotz der Verwendung der benötigten Tags. Aus diesem Grund ist es wichtig, innerhalb der Wissensbasis den unterschiedlichen Gruppen ein Profil anzulegen. Auf der linken Seite von Abbildung 5-34 ist ein exemplarisches Gruppenprofil abgebildet. Wichtige Informationen bzgl. dem Besitzer und eine kurze Beschreibung sind Teil dieses Profils. Von Interesse sind für den suchenden Stakeholder jedoch Aspekte bzgl. weiterer Mitglieder innerhalb der Gruppe, weitere Kollaborationspartner und generell welcher Umfang und Art von Tags für die Gruppe genutzt worden sind. Auf Basis dieser Informationen kann dann eine Einladung an Besitzer der Gruppe hinsichtlich einer möglichen Kollaboration, verschickt werden, wie auf der rechten Seite von Abbildung 5-34 zu sehen ist. Der Stakeholder\_A möchte in diesem Fall einer weiteren Gruppe beitreten bzw. die gemeinsame Kollaboration beginnen. Der Besitzer der Gruppe kann in diesem Fall den Stakeholder\_A der Gruppe hinzufügen oder eine weitere neue Gruppe gründen, in diesem Fall eine weitere Subsystemgruppe auf Basis der gemeinsamen

Kollaborationsabsicht. Für den initialen Austausch bietet die Wissensbasis ebenfalls Kommunikationskanäle zwischen den

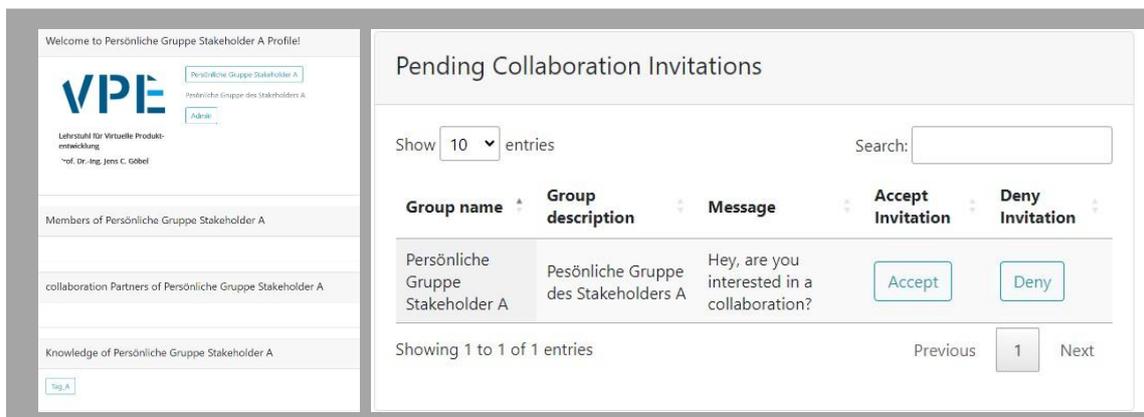


Abbildung 5-34 Gruppenprofil innerhalb der Wissensbasis

beteiligten Stakeholdern, unter anderem kann mithilfe einer Chat-Funktion gemeinsam geschrieben werden oder durch das Hinterlegen der Kontaktinformationen innerhalb des Profils kann ein initialer Austausch stattfinden.

Im Kontext der Kollaboration und dem Einladen innerhalb der Gruppen bietet die Wissensbasis ebenfalls die Möglichkeit der individuellen Zugriffsverwaltung. In diesem Fall können drei unterschiedliche Rechte vergeben werden:

- Manager
- Nutzer
- Leser

Beim Manager kann der Kollaborationspartner innerhalb der Gruppe alles vornehmen und einsehen. Modelle können abgeändert oder entfernt werden. Volle Rechte werden ihm übertragen.

Beim Nutzer ist es ähnlich wie beim Manager, er kann auch die gesamten Modelle einsehen und gemeinsamen Änderungen vornehmen bzw. neue Modelle gemeinsam modellieren. Jedoch ist ihm das Entfernen oder ähnliches nicht gestattet.

Der Leser kann sich lediglich Wissensmodelle innerhalb der Gruppe anschauen und diese dann in weiteren möglichen Meetings abstimmen. Eine direkte und sofortige Kollaboration ist vonseiten des Gruppenbesitzer nicht im Fokus. Dennoch kann sich die Rolle im weiteren Verlauf ändern und eine tiefgründige Kollaboration stattfinden.

Um die gemeinsame Kollaboration und Wissensmodellierung innerhalb der Wissensbasis zu fördern, bietet der Explorationsraum den Nutzern unterschiedliche Möglichkeiten an. Zum einen besteht durch die Integration des JupyterNotebook Konzeptes eine Möglichkeit für die

gemeinsame Modellierung [Exec2020]. Mithilfe des JupyterNotebook Ansatzes kann die gemeinsame Modellierung von z. B. SysML v2 Modellen ermöglicht werden [OMG 2023]. Diese Modellierung kann dabei direkt innerhalb der Wissensbasis und der Gruppen stattfinden und muss nicht im Nachgang importiert werden. Eine weitere Möglichkeit ist die separate und externe Modellierung von Wissen in unterschiedlichen Modellierungsumgebungen. Zu beachten ist hier nur, dass der spätere Import der Modelle in einem strukturierten und standardisierten Format stattfindet.

### **Fazit**

Die Entwickelte KIRV-Methodik beinhaltet die benötigten Bestandteile für eine sichere gemeinsame Entwicklung von Innovationen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken. Somit sind ein Innovationprozess, eine Innovationsmethode und ein Tooling für das Wissensmanagement und -vernetzen vorhanden.

Der Innovationsprozess beginnt mit dem Abschluss des Roadmapping und sichert mithilfe von sechs Prozessschritten den Übergang der Innovation in die Produktentwicklung. Dabei wird die Innovation von der Ideengenerierung innerhalb der Inventionsphase bis hin zur Konzeptentwicklung bzw. der vorherigen Validierung unterstützt. Gleichzeitig werden grundlegende und benötigte Kollaborationsaspekte berücksichtigt.

Innerhalb der Methode wird der übergestellte Innovationsprozess nochmals verfeinert und damit methodisch unterstützt. Durch die einzelne Betrachtung der Prozessphasen innerhalb der Methode, kann abgesichert werden, dass der Nutzer die benötigten Resultate erreicht. Gleichzeitig helfen die Kontrollmechanismen vor späteren und teuren Änderungen der Entwicklung. Jedoch vor allem der kontinuierliche Austausch mit dem Tooling bzw. der Wissensbasis ist essenziell, da es die benötigte Kollaboration zunächst ermöglicht.

Das Tooling ist hierbei durch die Wissensbasis mit ihrer unterstützenden Ontologie abgebildet. Diese ist ganzheitlich im Einsatz und unterstützt die Anwender hinsichtlich des Innovationsprozesses und der dazugehörigen Methode. Es ist zu erwähnen, dass die gesamte Wissensbasis und der dabei entstehende Explorationsraum keine Aufgabe bzw. kein Resultat einer einzelnen Phase innerhalb des KIRV-Ansatzes ist. Zu Beginn der KIRV-Methode wird meist nur partiell verwendbares Wissen vorhanden und vor allem korrekt abrufbar sein, welches sich aber mit Verlauf deutlich verbessert und komplementärer wird. Somit nehmen auch der Nutzen und die Qualität kontinuierlich zu. Gleichzeitig kann durch das wiederverwenden der Wissensbasis in weiteren Wissensbasen bzw. Innovationen auf eine bestehende Struktur zurückgegriffen werden. Dies kompensiert vor allem den Aufwand, welcher zu Beginn vorliegt, durch das Importieren und Vernetzen der Wissensmodellen und Gruppen. Hierdurch entsteht zwar zu Beginn ein Mehraufwand, welcher jedoch mit Verlauf der Innovation und der kontinuierlichen Wiederverwendung stetig abnimmt.

## 6. Instanziierung und Validierung der Methodik

Als letzte Phase des DRM-Ansatzes schließt sich die deskriptive Studie an, die sich mit der Evaluierung des zuvor beschriebenen Ansatzes beschäftigt. Dabei wird eine Bewertung durchgeführt mit Hinblick auf Qualität, Leistung oder Wirksamkeit. Gleichzeitig wird der entwickelte Ansatz validiert, was einer Bewertung hinsichtlich der in Kapitel 4 ausgearbeiteten Anforderungen entspricht. Für eine einfache Validierung und Evaluierung wird ein industrieller Anwendungsfall zur Unterstützung genommen. Als Anwendungsfall dient die Innovation des kontaktlosen Ladens eines Mobiltelefons im Auto, dem sogenannten „Wireless Charger (WLC)“. Dabei handelt es sich um eine Innovation aus dem Bereich Anfang 2010er Jahren und wurde innerhalb des Konsortiums „Consumer Electronics for Automotive“ im Jahre 2013 auf Basis eines etablierten Qi-Standards ausgearbeitet [Scho2013]. Der Standard ist innerhalb des Wireless Power Consortium entwickelt und als Qi-Standard veröffentlicht worden [Wire2021]. Mithilfe des WLC kann mit jeweils einer Sender- und Empfängerspule innerhalb zwei unterschiedlichen Geräten, z. B. einem Mobiltelefon und einem Lader, induktiv geladen werden [LuWN2016]. Zunächst wurde dieser Standard vor allem in den Bereichen täglichen Konsumprodukte eingesetzt, wie bei dem induktiven Lader für den Heimgebrauch.

Für den Transfer in den Automobilssektor schlossen sich führende deutsche Automobilehersteller zusammen und entwickelten initiale Anforderungen und existenzielle Bedingungen. Das Wireless Power Consortium unterstützte dieses Vorhaben und definierte eine Richtlinie für Qi-Ladegeräte für den Einsatz im Automobilbereich [Wire2012]. Innerhalb dieser Richtlinie wurden initiale Anforderungen gestellt und Bedingungen für die Existenz zu weiteren Systemen beschrieben.

Für die hier vorliegende Arbeit wird zunächst eine kurze Einführung in den Anwendungsfall gegeben, sodass der spätere Verlauf der Innovationsentwicklung leichter abläuft und sich der Leser besser in die einzelnen mit agierenden Rollen hineinversetzen kann.

In der folgenden Abbildung ist ein Modell dieses WLC zu sehen, in einem verbauten Zustand innerhalb eines Autos. Mithilfe einer verbauten Induktionsspule, die als Sender fungiert und einem Pendant im Mobiltelefon, der als Empfänger agiert, kann Energie übertragen und somit das Mobiltelefon geladen werden. Um diese Energieübertragung zu realisieren, werden weitere Komponenten hinsichtlich Mechanik, Software und Elektrik/Elektronik benötigt. Eine Vielzahl an unterschiedlichen Stakeholdern und vor allem Disziplinen müssen miteinander agieren und kollaborieren.

Der begrenzte Umfang des Anwendungsfalles, der dennoch einen hohen Grad an Komplexität mit sich bringt, eignet sich somit idealerweise für die hier vorgesehene Validierung und Evaluierung. Der Aspekt des Smarten Produktes wird dabei durch eine mögliche Erweiterung eines internet-basierten Services des Ladens realisiert. Dabei kann der Nutzer den gewünschten Service

innerhalb seines Autos nachbuchen, ähnlich wie beim Konzept des Anbieters BMW. Dabei bietet BMW unterschiedliche Services in Form eines „BMW CONNECTED DRIVE“ Konzeptes als Abo oder nachträgliche Buchung an [BMW2024]. Somit wird auch aus dem Konzept des WLC ein Smartes Produkt, welches gleichzeitig innerhalb eines weiteren Smarten Produktes integriert wird.



Abbildung 6-1 Verbauter Wireless Charger in einem Auto [Audi]

Für einen ganzheitlichen und vollständigen Ansatz wird der gesamte KIRV-Ansatz innerhalb einer modellbasierten Umgebung realisiert. Dies entspricht dann Wissensmodellen in SysML v1.6 und v2, in BPMN, CAD oder PLM. Vor allem für die Modellierung innerhalb der SysML bedarf es einer unterstützenden und konkreten Modellierungsmethode, in der in diesem Fall die MagicGrid Methode genutzt wird [AlMo2021].

Für den Durchlauf der Methodik und der dazugehörigen Methode, Prozesse und Tools wird das Konzept des WLC, als neuartige und bis dato nicht entwickelte Innovation, betrachtet. Hierbei hat ein Originalausrüstungshersteller (OEM), in diesem Fall ein Automobilhersteller, die Invention des induktiven Ladens von Mobiltelefonen während der Fahrt erarbeitet und aufbereitet. Dabei nimmt er auch die Rolle des Innovationstreibers ein. Mit der weiteren Entwicklung und Verfeinerung der Idee, welche somit dem Roadmapping entspricht, entsteht eine finale Innovation, die für einen Pitch bereit ist. Für die Aufarbeitung des initialen Pitches sind unterschiedliche interne Rollen beim OEM aktiv. Ein Scout ist notwendig, der initial die Inventionen scoutet bzw. auf unterschiedlichen Kanälen ermittelt. Das kann auf Reisen, dem Besuchen von fachfremden Messen oder auch innerhalb von internen Recherchen geschehen.

Für den initialen Pitch, der in Abbildung 6-2 zu sehen ist, sind Kundenanforderungen, Anwendungsfälle, der vorliegenden Systemkontext und die Parameter in Form der Messungen der Effektivität festgehalten, welche dann z. B. dimensionale Parameter sein können. Mit dem

initialen Pitch werden damit erste Informationen in Hinblick auf die Strukturen, die Anforderungen, dem Verhalten und den Parametern in Bezug auf die Innovation gegeben.



Abbildung 6-2 Initialer Pitch der Innovation

Diese Informationen sind dabei keineswegs vollständig und dienen nur der ersten Bekanntmachung und der damit verbundenen Wissensbeschaffung für die gemeinsame Entwicklung.

Für die Ausarbeitung und Verfeinerung der Kundenanforderungen können im Kontext des OEM unterschiedliche Anforderungsingenieure mit agieren, ein Überblick über diese Anforderungen ist in Abbildung 6-3 gegeben. Hierbei wurden Anforderungen definiert bzgl. der richtigen Positionierung oder der zwingend erforderlichen Koexistenz zu weiteren im Auto vorhandenen Systemen und Geräten.

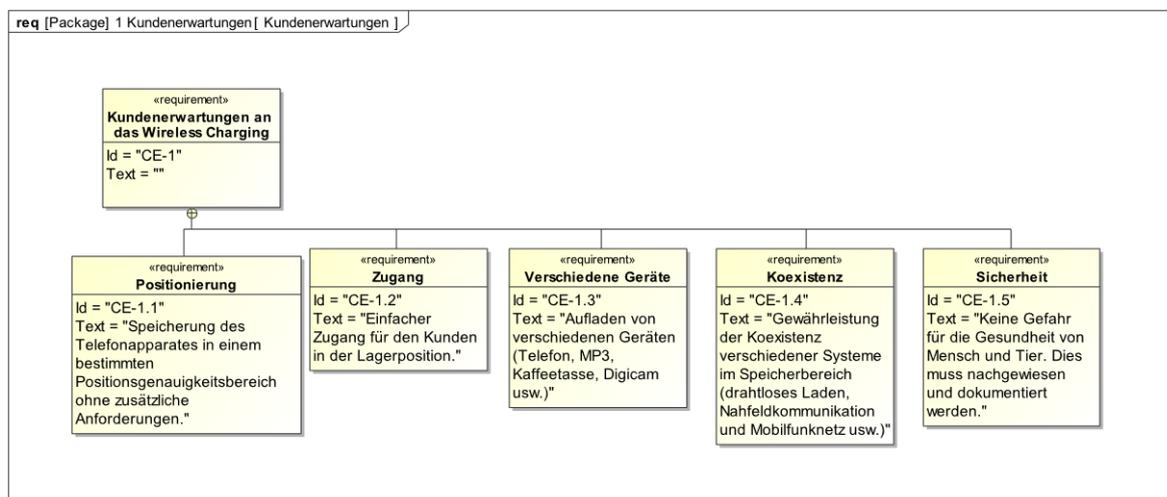


Abbildung 6-3 Initiale Anforderungen an die Wireless Charger Innovation

Durch interne Forschungen und abgehaltenen Workshops können solche Anforderungen an die Innovation gestellt werden. Hiermit werden die Anforderungsingenieure durch klassische Forschungs- und Entwicklungsingenieure unterstützt, die dabei vor allem ihr bestehendes Wissen aus vorangegangenen Innovationen einsetzen. Dieses Wissen, das als Grundlage gedient hat, wird bereits zu diesem Zeitpunkt gesammelt und im späteren Verlauf der Innovation in die Wissensbasis integriert und vernetzt. Ein kleiner Grundstamm von wenigen Anforderungen ist bereits ausreichend, da nur eine minimale Teilmenge an die potenziellen Stakeholder übergeben werden darf. Damit soll garantiert werden, dass eine bestimmte Vielfalt in den Lösungen

vorhanden ist und zeitgleich das maximale Spektrum erreicht werden kann. Die zu entwickelnde Diagramme bzw. Modelle aus Abbildung 6-2 werden im späteren Verlauf als Wissensmodelle an die potenziellen Stakeholder übertragen.

Ein weiteres Wissensmodell ist dabei die Beschreibung der unterschiedlichen Anwendungsfälle. Im Falle des WLS sind es drei:

- Nicht kompatible Geräte/Objekte
- Kompatibles mobiles Gerät
- Entfernen eines kompatiblen Gerätes

Mithilfe dieser drei unterschiedlichen Anwendungsfälle werden drei unterschiedliche Use-Case Diagramm erstellt, die dann den jeweiligen Fall beschreiben. In Abbildung 6-4 ist der Anwendungsfall des kompatiblen Gerätes beschrieben. Gleichzeitig ist der Ablauf des jeweiligen Anwendungsfall in Form eines Aktivitätsdiagramm, welches den Ablauf beschreibt auch in Abbildung 6-4 abgebildet.

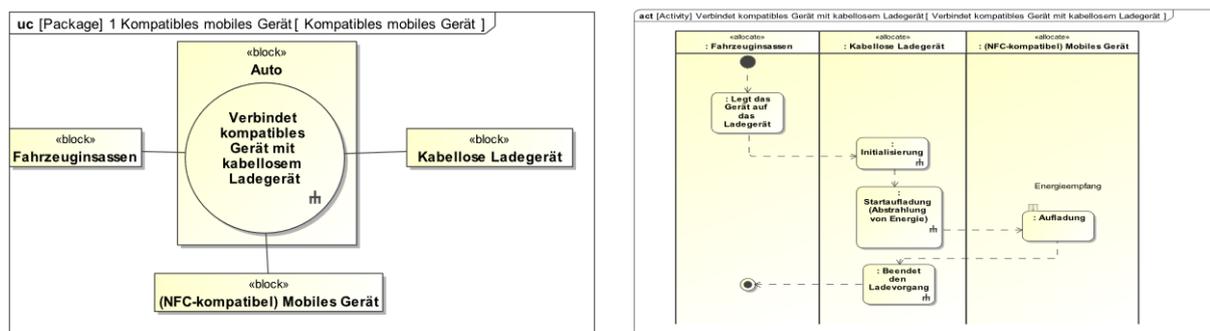


Abbildung 6-4 Use-Case Diagramm Wireless Charger und dazugehöriger Ablauf

Für die weitere initiale Beschreibung der Innovation in der Form eines initialen Pitches ist die eine Darstellung des Systemkontext notwendig. Mithilfe des Systemkontext können weitere Systeme aufgezeigt werden, welche Interaktionen mit der Innovation einhergehen. Gleichzeitig beschreibt es weitere Systeme, die innerhalb der Innovationsentwicklung zu betrachten sind bzw. Stakeholder, welche diese Bereiche abdecken und fokussieren. Dieser Systemkontext wird dabei von internen Entwicklungsingenieuren des Innovationstreibers definiert und beschrieben. Eine ausreichende Beschreibung des Systemkontext ist notwendig, um den potenziellen Stakeholdern ein initiales Verständnis für die Umgebung der Innovation zu verschaffen. Basierend auf dem Systemkontext können gleichzeitig notwendige Stakeholder identifiziert werden. Des Weiteren grenzt es das System zu weiteren Systemen ab und definiert den Kern des Systems und zeitgleich die potenzielle Umgebung.

Im letzten Wissensmodell auf Abbildung 6-2, dem sogenannten „Messungen der Effektivität“, werden Informationen hinsichtlich der notwendigen Dimensionen der Innovation beschrieben.

Dabei wird festgehalten, dass die Einheiten alle in Millimeter anzugeben sind und dies für alle festgelegt wird, für eine einfachere und korrekte Modellierung im späteren Verlauf.

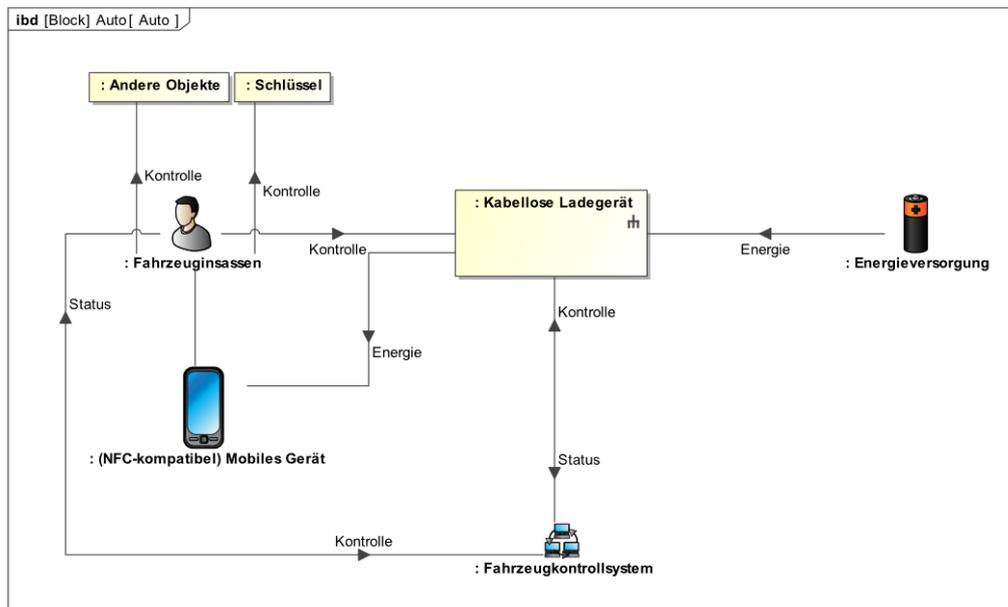


Abbildung 6-5 Initiale Systemkontext der Innovation Wireless Charger

All diese unterschiedlichen initialen Wissensmodelle dienen dem Innovationstreiber mit einer dazugehörigen passenden Ausschreibung als initialer Pitch für die Identifikation von potenziellen Stakeholdern bei der gemeinsamen Innovationsentwicklung des Wireless Chargers. Beim direkten Pitch wird jedoch eine Innovationsplattform benötigt, welche den Innovationstreiber beim Veröffentlichen der Innovation mit den dazugehörigen Wissensmodellen unterstützt. In dem hier vorliegenden Fall nutzt der Innovationstreiber eine Infrastruktur eines Dienstleisters, welche gleichzeitig die dazugehörige und notwendige Wissensbasis zur Verfügung stellt. Diese Dienstleister wurde bereits zuvor in Kapitel 5.4 beschrieben und entspricht dem Wertschöpfungsnetz-Supporter. Die bis dato entwickelten Wissensmodelle für den Pitch werden innerhalb dieser Wissensbasis abgelegt. Zu Beginn besitzt die Wissensbasis keine strengen Regularien bzgl. Schutz des geistigen Eigentumes. Aus diesem Grund wurden auch die Grundwissensmodelle generisch gehalten. Innerhalb der Wissensbasis werden zunächst Gruppen angelegt, welche sich mit den bis dato identifizierten Subsystemen beschäftigen. Dieser Schritt innerhalb der Wissensbasis wird vom Innovationstreiber vorgenommen. Eine Übersicht ist in der folgenden Abbildung gegeben. Diese Gruppen sind auf Basis der Wissensmodelle und der eigenen Erkenntnisse des Innovationstreibers entstanden und dienen im späteren Verlauf zur Lösungsbeschaffung innerhalb des Crowd-Engineering Ansatzes.

Potenzielle relevante Stakeholder können über die Innovationsplattform auf die Ausschreibung und die dazugehörigen Wissensmodellen innerhalb der Wissensbasis Zugriff haben. Unterschiedliche Stakeholder können diese Wissensmodelle nutzen und potenzielle Lösungen

erarbeiten oder bestehende Lösungen bzw. Forschungsergebnisse einbringen für den vorzubereitenden Lösungsvorschlag.

| Group Name                              | Group Owner | Group Description                                    | Visit Group |
|---|-------------|--|-------------|
| Design von Energieübertragungssystemen  | OEM         | Wie der Strom im System transportiert wird           | Visit       |
| Entwurf eines Energieumwandlungssystems | OEM         | Elektronischer Konverter                             | Visit       |
| Gehäuse                                 | OEM         | Trägt und schützt das Innenleben.                    | Visit       |
| Kommunikationssystemdesign              | OEM         | Der Weg, eine ordnungsgemäße Verbindung zu entwerfen | Visit       |
| Kühlkörper                              | OEM         | Zur Ableitung der Wärme.                             | Visit       |
| Mikroelektronikkomponenten              | OEM         | Elektronik zum Realisieren der Innovation            | Visit       |
| OEM                                     | OEM         | Automobilhersteller                                  | Visit       |
| Sensorsystemdesign                      | OEM         | Alles über die Sensoren                              | Visit       |
| Steuerungssystemdesign                  | OEM         | Wie das System geführt wird                          | Visit       |

Abbildung 6-6 Initiale Gruppen innerhalb der Wissensbasis

Unterschiedliche Stakeholder beschäftigen sich nun mit einzelnen Subsystemen der Innovation und bereiten hierfür eine Lösung vor oder präsentieren eine potenzielle Lösung, welche noch in der Zukunft entwickelt werden muss. Dies ist möglich, da der festgelegte Zeithorizont innerhalb der Innovation vom Innovationstreiber festgelegt werden kann. Für den Wireless Charger legt der Innovationstreiber eine Entwicklungsfrist von sechs Monaten für die Einreichung und weitere 18 Monate für die spätere Entwicklung und Realisierung der Innovation. Diese Informationen sind innerhalb der Innovationsausschreibung und für jeden einsehbar. Solche Informationen sind vorab notwendig, sodass Stakeholder individuell entscheiden können, ob sie solch ein Subsystem der Innovation realisieren können und die notwendigen Ressourcen dafür besitzen.

Zeitgleich definiert der Innovationstreiber die Stakeholderkriterien für die später notwendigen Auswahl der Stakeholder und der Bildung des Innovationswertschöpfungsnetzwerk. Eine Auswahl der Kriterien ist in Abbildung 6-7 zu sehen, diese basieren wiederum auf den zuvor definierten Kriterienbereichen aus Abbildung 5-6. Unter anderem wird festgehalten, dass ein involviertes Unternehmen einen Mindestumsatz und zeitgleich eine Mindestgröße besitzen muss. Des Weiteren spielen bisherige Erfahrungen eine große Rolle, hierdurch werden vorherige Innovationsentwicklungen und Aktivitäten innerhalb von Innovationswertschöpfungsnetzwerken als Kriterium aufgenommen. Mithilfe dieser Kriterien kann der Innovationstreiber nach dem Ablauf des Crowd-Engineering Ansatzes und in der nächsten Phase die Auswahl der beteiligten Stakeholder durchführen.

| #  | Name   | Documentation   |
|----|--|---|
| 1  | ☞ Innovationskultur  | Eine Bereitschaft zu gemeinsamer Innovationsentwicklung und der dazugehörigen Kollaboration ist grundlegend erforderlich  |
| 2  | ☞ Mindestumsatz  | Ein Mindestumsatz von 1 Millionen Euro ist erforderlich   |
| 3  | ☞ Mögliche Erfolgsaussichten                                     | Die vorgestellte Lösung muss ausreichende Erfolgsaussichten besitzen und umsetzbar sein   |
| 4  | ☞ Ausreichende Ressourcen  | Der Stakeholder muss ausreichende Ressourcen vorweisen für die Umsetzung der Innovation. Diese Ressourcen können dabei von materieller oder immaterieller Natur sein. |
| 5  | ☞ Risikoanalyse  | Das Unternehmen muss sein eigenes Risiko kontinuierlich abschätzen und ggf. Maßnahmen ergreifen   |
| 6  | ☞ Unternehmensgröße  | Das Unternehmen muss mindestens 20 Beschäftigte besitzen, um die Ressourcen für die Entwicklung zu garantieren  |
| 7  | ☞ Entwicklungsressource  | Das Unternehmen muss ein eigenes Entwicklungs- und Forschungsteam besitzen.   |
| 8  | ☞ Derzeitige Interaktionen Weltweit                              | Das Unternehmen darf nicht aus Krisengebieten Waren beziehen und zeitgleich keine Verletzung der Arbeitsbedingungen vorweisen in Drittländern                         |
| 9  | ☞ Innovationshistorie  | Analyse der bis dato umgesetzten Innovationen   |
| 10 | ☞ Bisherige Entwicklungen in Innovationswertschöpfungsnetzwerken | Analyse der bisherigen Erfahrungen und Realisierungen von Innovationen in Wertschöpfungsnetzwerken  |

Abbildung 6-7 Auswahl der definierten Stakeholder Kriterien

Im letzten Schritt der ersten Phase wird ein Crowd-Engineering Ansatz abgehalten, wodurch die zuvor informierten Stakeholder eine Lösung einreichen können. In diesem Abschnitt kann vor allem die Wissensbasis mit ihren initialen Gruppen genutzt werden. Hierfür müssen die involvierten Stakeholder ihre Lösung dem OEM beschreiben und zur Verfügung stellen. Die Stakeholder hatten hierfür etwa sechs Monate Zeit, zwischen dem initialen Pitch und dem dazugehörigen Crowd-Engineering Ansatz. In dieser Zeit konnten die unterschiedlichen Stakeholder Lösungskonzepte entwickeln oder aufbereiten. Auch hier liegt es im Ermessen des Stakeholders in welchem Umfang er die Lösung beschreibt und welche Art von Wissensmodellen zur Verfügung gestellt werden. Es ist zu beachten, dass keine vollständige Lösung bereitgestellt und beschrieben wird und damit das geistige Eigentum verloren geht. Als Wissensmodelle wurden jeweils einzelne Beschreibungen in Textform und dazugehörige Modelle eingereicht, diese variieren jedoch bei den unterschiedlichen Stakeholdern. In Abbildung 6-8 ist eine mögliche Lösung der Energieübertragung und des dazugehörigen Verhaltens des Wireless Charger innerhalb der SysML v2 beschrieben. Weitere Wissensmodelle besitzen einen ähnlichen Umfang und ermöglichen dem Innovationstreiber eine Abschätzung der Notwendigkeit und Richtigkeit der Involvierung innerhalb der Innovation. Damit schließt auch die erste Phase ab und geht in eine externe Phase über, welche ausschließlich beim Innovationstreiber stattfindet.

In der „Technologie- und Ideenbewertung“ werden die einzelnen eingereichten Lösungen bewertet und die passenden Stakeholder ausgewählt. Alle Lösungen aus dem Crowd-Engineering Ansatz werden eingesammelt und mit den zuvor definierten Stakeholder Kriterien bzw. in Anlehnung an die Checklistenbewertung von [VaBr2015] abgeglichen. Bei Nichteinhaltung der

Kriterien werden gänzlich unpassende Konzepte aussortiert. Dieser Schritt kann nur abgehalten werden, da für jedes der initial definierten Subsysteme dem Innovationstreiber eine Lösung

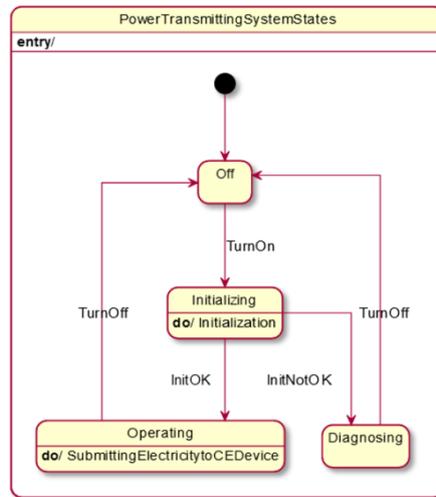


Abbildung 6-8 Mögliches Ablaufdiagramm der Energieübertragung

vorliegt. Für die Bewertung der Ergebnisse gegenüber von Standards werden folgende Standards als Grundlage genommen:

- C95.1-1991 -IEEE-Norm für Sicherheitswerte in Bezug auf die Exposition des Menschen gegenüber elektromagnetischen Hochfrequenzfeldern, 3 kHz bis 300 GHz [IEEE1999]
- CE4A-Leitlinien für Ladegeräte für den Kfz-Ersatzteilmarkt [Wire2012]
- Messverfahren für elektromagnetische Felder von Haushaltsgeräten und ähnlichen Einrichtungen im Hinblick auf die Exposition des Menschen [IEC 2005]
- Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz bis 300 GHz) [Coun1999]

Mithilfe der vorliegenden Standards muss der Innovationstreiber die eingereichten Lösungen abgleichen. Hierzu wird der Innovationsingenieur durch interne Abteilungen unterstützt. Auf der technischen Seite wird dieser Vergleich von fachspezifischen Ingenieuren durchgeführt und auf der rechtlichen Seite ergänzend durch die Rechtsabteilung. Die Rechtsabteilung nimmt zeitgleich einen Abgleich mit bestehenden Patenten vor, sodass es zu keinen Verletzungen von bestehenden Markenrechten kommt. Folgende Patente wurden als Grundlage genutzt:

- Gerät und Verfahren zum drahtlosen Laden US11356145B2 [LeKJ2012]
- Verfahren und Vorrichtung für Fremdkörpererkennungsparameter und Ladedatenkommunikation mit drahtlosem ladefähigem Akkupack EP2773009B1 [KaVu2013]
- Kabelloses Aufladen von elektronischen Geräten US8193764B2 [Jaku2007]

Nach einem ausführlichen Vergleich und keinen bestehenden Verletzungen kann der Standard-Check abgeschlossen werden. Diese Patente und Standards werden gleichzeitig in die

Wissensbasis hinzugefügt und stehen somit dem gesamten späteren Wertschöpfungsnetzwerk als Input zur Verfügung.

Im nächsten Schritt müssen die zuvor verteilten Anforderungen weiter verfeinert und konkretisiert werden. Eine Auswahl dieser aufbereiteten und neu definierten Anforderungen ist in Abbildung 6-9 zu sehen. Diese Anforderungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit bzw. einen erhöhten Grad an Konkretisierung. Konkrete und Subsystemspezifische Anforderungen werden erst im weiteren Verlauf der Innovationsentwicklung und innerhalb der Subsystemgruppen erstellt. Die Anforderungen aus Abbildung 6-9 basieren auf den initial veröffentlichten Anforderungen aus dem initialen Pitch und wurden durch den Innovationstreiber mit weiteren und verfeinernden Anforderungen ergänzt.

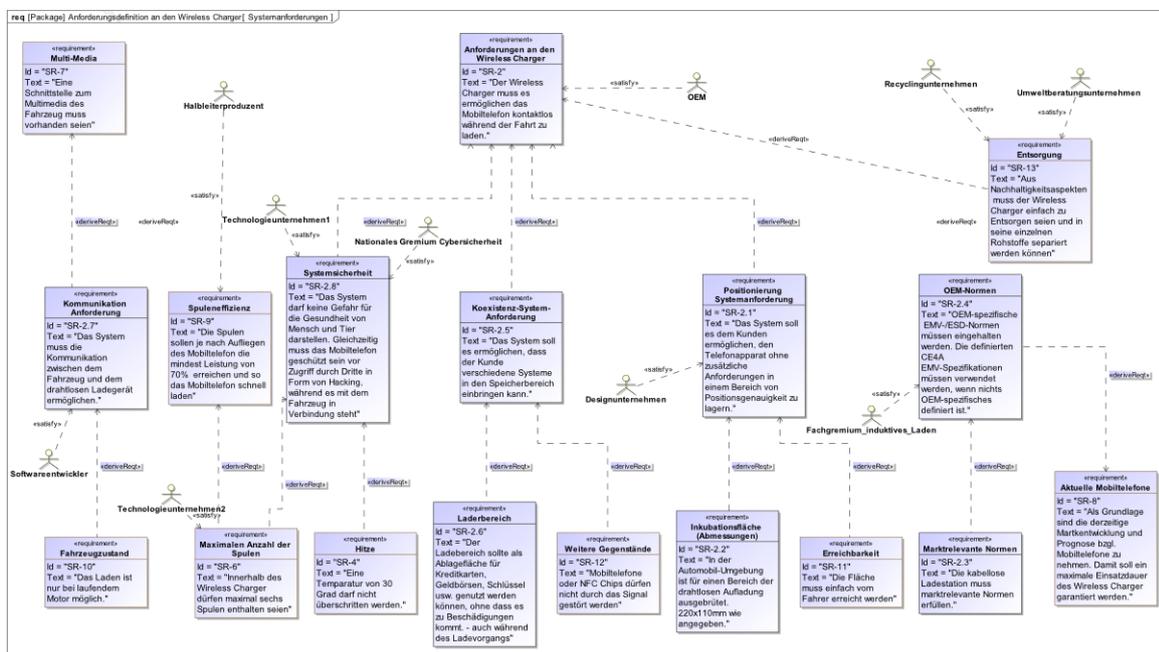


Abbildung 6-9 Anforderungsdefinition Wireless Charger

Im nächsten Schritt ergibt sich eine Anforderungsverlinkung zu bestehenden Lösungen und den dazugehörigen Stakeholdern. Eine Auswahl an Stakeholder ist mit den Anforderungen in Abbildung 6-9 verlinkt worden, dadurch erhalten sie die Hauptverantwortung für die Entwicklung und gleichzeitig die Aufgabe der Realisierung dieses Subsystems bzw. Funktion für die Innovation.

Insgesamt wählt der Innovationstreiber elf Stakeholder aus und verlinkt diese mit den bestehenden Anforderungen. Dadurch ergibt sich ein Innovationswertschöpfungsnetzwerk aus zwölf agierenden Partnern. Die folgenden Stakeholder sind notwendig für die Umsetzung der Wireless Charger Innovation:

- **Umweltberatungsunternehmen:** Verantwortlich für Einhaltung der Aspekte hinsichtlich Umwelt bei der Entwicklung und Nutzung des Produktes.

- **Designunternehmen:** Verantwortlich für den Entwurf des Designs und der Designintegration im Fahrzeug.
- **Nationales Koordinierungszentrum Cybersicherheit:** Meist beratend bei den Punkten der Sicherheit der Daten, bei der Nutzung des WLC.
- **Recyclingunternehmen:** Verantwortlich für die Aspekte After-Life und dem späteren korrekten Recycling der einzelnen Komponenten.
- **Metallverarbeiter:** Alle rein metallischen Komponenten werden von ihm entwickelt und zugeliefert.
- **Technologieunternehmen 1:** Verantwortlich für bestehende Technologien z. B. Platinenentwurf, Mobiltelefonentwicklung oder Schaltplänen.
- **Technologieunternehmen 2:** Verantwortlich für bestehende Technologien z. B. Platinenentwurf, Mobiltelefonentwicklung oder Schaltplänen.
- **Halbleiterproduzent:** Entwicklung aller Chips bzw. Halbleiter für den WLC.
- **Elektronikkomponenten Hersteller:** Entwicklung und Zulieferung von weiteren und ergänzenden Elektronikkomponenten.
- **Softwareentwickler:** Verantwortlich für die korrekte Integration in das Ökosystem Auto und Anbindung an die bestehende Software.
- **Messtechnikzulieferer:** Verantwortlich für die Entwicklung von Messtechnik hinsichtlich der Spulen.
- **OEM:** Innovationstreiber und Initiator der Innovation.
- **Kabelzulieferer:** Verantwortlich für den physischen Anschluss des Systems zum Gesamtsystem Auto.
- **Fachgremium induktives Laden:** Beratend bei den Aspekten der derzeitigen Standards.

Innerhalb der Bezeichnungen der Stakeholder sind generische Namen gewählt worden, sodass es zu keiner Vorauswahl durch bestimmte Firmen kommt und die Validierung gleichzeitig generisch bleibt. Diese elf Stakeholder sind nun durch den Innovationstreiber mit unterschiedlichen Anforderungen verlinkt worden und Teil der gemeinsamen Entwicklung. Die Anforderungen und die dazugehörigen Verlinkungen sind ebenfalls Teil der Wissensbasis und stehen allen Beteiligten zur Verfügung. Mit der Auswahl der Stakeholder schließt auch die zweite Phase der Methode ab.

Innerhalb der nächsten Phase werden „Lösungs- und Kollaborationsmodelle“ erstellt. Dieser Vorgang findet intern statt und somit innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes unter der Beteiligung aller Stakeholder. Im ersten Schritt wird auf Basis der Verlinkung der Anforderungen und der zuvor ausgewählten Stakeholder ein Wertschöpfungsnetzwerk etabliert. Stakeholder, die nicht auserwählt worden sind, werden aus der Wissensbasis entfernt und erhalten ein Feedback bzgl. ihrer Ablehnung.

Auf Basis der Stakeholderauswahl werden, durch den Wertschöpfungsnetzwerk-Supporter, persönliche Gruppen innerhalb der Wissensbasis angelegt. Dabei erhält jeder Stakeholder

zunächst eine persönliche Gruppe, welche mit Verlauf der Innovation durch weitere Subsystemgruppen ergänzt werden kann. Innerhalb dieser persönlichen Gruppen kann das gesamte innovationsrelevante Wissen des jeweiligen Stakeholders abgelegt werden. Eine Auswahl dieser persönlichen Gruppen ist in der folgenden Abbildung gegeben. Ergänzt werden diese persönlichen Gruppen durch weitere Subsystemgruppen, welche ebenfalls auf der linken Seite von Abbildung 6-10 zu sehen sind. Die initialen Subsystemgruppen können dabei von dem jeweiligen Stakeholder nach ihrer Integration in die Wissensbasis umgehend erstellt werden. Gleichzeitig können sie vom Innovationstreiber erstellt und den Stakeholdern zugewiesen werden. Dabei basieren sie auf die von ihm initial erstellte und detektierte Struktur bzgl. des initialen Pitches. Die Zuweisung wiederum kann auf Grundlage der Anforderungsverlinkung geschehen.

Nachdem die Gruppen initial erstellt worden sind, können diese stets ergänzt werden, vor allem wenn es zu Kollaborationen zwischen unterschiedlichen Stakeholdern kommt und diese in einer neuen gemeinsamen Gruppe mündet.

| Subsystemgruppen        |                                  |   |             | Persönliche Gruppen              |                                  |                    |             |
|-------------------------|----------------------------------|---|-------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|
| Group Name              | Group Owner                      | Group Description   | Visit Group | Group Name                       | Group Owner                      | Group Description  | Visit Group |
| Kabelbaum               | Kabelzulieferer                  | Bündelung einzelner Leitungen   | Visit       | Designunternehmen                | Designunternehmen                | Persönliche Gruppe | Visit       |
| Kommunikationsstandards | Technologieunternehmen1          | Welche Standards werden in den aktuellen Telefonen verwendet und wie werden sie im WLC implementiert? | Visit       | Elektronikkomponenten-Hersteller | Elektronikkomponenten-Hersteller | Persönliche Gruppe | Visit       |
| Leistungs transistor    | Elektronikkomponenten-Hersteller | Einheit zur Steuerung des Strom- oder Spannungsflusses.   | Visit       | Kabelzulieferer                  | Kabelzulieferer                  | Persönliche Gruppe | Visit       |
| Oszillator              | Elektronikkomponenten-Hersteller | Einzelheiten zur Oszillatoreinheit  | Visit       | Messtechnik                      | Messtechnik                      | Persönliche Gruppe | Visit       |
|                         |                                  |   |             | Metallverarbeiter                | Metallverarbeiter                | Persönliche Gruppe | Visit       |
|                         |                                  |   |             | Halbleiterproduzent              | Halbleiterproduzent              | Persönliche Gruppe | Visit       |

Abbildung 6-10 Übersicht der Gruppen in der Wissensbasis

Die Erstellungen der Subsystemgruppen im Ganzen, spiegelt dabei gleichzeitig die Systemstruktur der Innovation wieder in Form dieser unterschiedlichen Wissensgruppen. Für den weiteren Verlauf der Innovation müssen diese nun mit unterschiedlichen Wissensmodellen gefüllt werden. Betrachten wir hier beispielhaft die Subsystemgruppe **Mikroprozessor**, welche vom involvierten Stakeholder **Halbleiterproduzent** verwaltet wird. Für die erste Modelldefinition und Innovationsentwicklung befüllt er die Gruppe mit seinem Wissen, welches beim Crowd-Engineering Ansatz entwickelt worden ist. Durch weitere interne Entwicklung, Forschung und Recherchen kann das Wissen bzgl. Innovation verfeinert bzw. angereichert werden. Eine Übersicht über die bis dato importierten Wissensmodelle in seiner persönlichen und der Subsystemgruppe **Mikroprozessor** ist in Abbildung 6-11 gegeben. Auf Basis der integrierten Wissensmodelle muss eine Verknüpfung von Tags mit der Gruppe geschehen, welche dann im späteren Verlauf die Vernetzung und Suche nach den Wissensmodellen ermöglicht.



Abbildung 6-11 Wissensmodelle innerhalb der Wissensgruppen

Eine Auswahl an Tags wird vom Innovationstreiber geliefert und den involvierten Stakeholdern zur Verfügung gestellt. Sind diese nicht ausreichend, so kann jeder Stakeholder Tags ergänzen und seine Gruppen damit vernetzen. Ein Ausschnitt der verfügbaren Tags ist in der folgenden Abbildung 6-12 gegeben.

These Are All The Currently Avialeable Tags

Show  entries Search:

| Name  | Synonym  | Description   | Approved | Propose Modification                 |
|---|----------|---|----------|--------------------------------------|
| AC-DC-Wandler<br><span style="color: red;">None</span>      | Synonyms | Wandelt Wechselstrom in Gleichstrom um                    | False    | <a href="#">Propose Modification</a> |
| Hardware<br><span style="color: red;">None</span>           | Synonyms | Greifbare Komponenten                                     | False    | <a href="#">Propose Modification</a> |
| Kabel<br><span style="color: red;">None</span>              | Synonyms | Leitet Strom an den gewünschten Ort                       | False    | <a href="#">Propose Modification</a> |
| Mikroprozessor<br><span style="color: red;">None</span>     | Synonyms | Schaltung auf einem dünnen Halbleiter                     | False    | <a href="#">Propose Modification</a> |
| Persönliche Gruppe<br><span style="color: red;">None</span> | Synonyms | Gruppe mit fundiertem Wissen über jeden kleinen Abschnitt | False    | <a href="#">Propose Modification</a> |
| Sensor<br><span style="color: red;">None</span>             | Synonyms | Misst physikalischen Input                                | False    | <a href="#">Propose Modification</a> |
| Sicherheit<br><span style="color: red;">None</span>         | Synonyms | Betriebssicherheitsmaßnahmen                              | False    | <a href="#">Propose Modification</a> |

Abbildung 6-12 Auszug aus den verfügbaren Tags der Wissensbasis

In der vorliegenden Wissensverteilungsphase ist das Ziel, die unterschiedlichen Wissensmodelle initial zu integrieren und diese mithilfe der Tags und Ontologie zu vernetzen. Diese Vernetzung findet im weiteren Verlauf der Methode kontinuierlich statt und verbessert somit stetig die

Qualität. Aus Gründen der stetigen wieder Anwendung wird der Schritt der Vernetzung einmalig aufgezeigt und beschrieben.

Im Falle der Subsystemgruppe **Mikroprozessor** des Stakeholders **Halbleiterproduzent**, werden die Tags Sicherheit, Hardware und Mikroprozessor genutzt, welche aus der ersten Auswahl des Innovationstreibers stammen. Ergänzt werden diese Tags durch den **Halbleiterproduzent** in Form von weiteren Synonymen, welche in diesem Fall folgende sind:

- Sicherheit: Zuverlässigkeit und Vorsicht
- Hardware: Gerät und Aufbau
- Mikroprozessor: Chip, Verarbeitungseinheit und CPU

Diese Synonyme können von jedem Stakeholder verfasst werden und sind das Ergebnis der eigenen genutzten Begrifflichkeiten innerhalb des Unternehmens und der Entwicklungsmethoden. Durch die mehrfache Wiederverwendung einzelner Tags können eine Vielzahl von Synonymen von unterschiedlichen Stakeholdern hinzugefügt werden. Dies entspricht auch dem ersten Vernetzungsschritt aus Kapitel 5.5. Für die weitere Vernetzung, welche auf Basis der Inhalte und Modelle geschieht, können Modelle unter anderem im XML-Format eingelesen werden oder der Innovationsingenieur greift auf sein eigenes bestehendes Wissen zurück und führt eine weitere Tagvernetzung durch. Der **Halbleiterproduzent** ergänzt dabei die Subsystemgruppentags zunächst mit weiteren Tags, die aus seinem eigenen Wissen stammen und seine Subsystemgruppe widerspiegeln. Der **Halbleiterproduzent** ergänzt die Subsystemgruppe **Mikroprozessor** mit den Tags: Bus-Interface, Cache Speicher und Befehlsdekodierer. Diese Tags sind bestimmte Bestandteile bzw. Eigenschaften des Mikroprozessors und werden während der Innovationsentwicklung des **Halbleiterproduzenten** berücksichtigt. Nach diesem Schritt der Wissensvernetzung mithilfe von Tags können noch weitere Tags durch die automatische Taggenerierung ergänzt werden. Dies wird durch die in der Wissensbasis integrierte Wissensmodellanalyse ermöglicht.

Hierfür analysiert der **Halbleiterproduzent** sein bereits importiertes **Mikroprozessormodell** aus Abbildung 6-11 mithilfe des in der Wissensbasis inkludierten Autotaggenerator. Durch die Wissensmodellanalyse können eine Vielzahl an weiteren und ergänzenden Tags erstellt werden. In Abbildung 6-13 ist ein Ausschnitt dieser vorgeschlagenen Tags gegeben. Innerhalb dieser Analyse befinden sich auch eine Anzahl an generischen Tags, deshalb wird diese Tagauswahl vom **Halbleiterproduzenten** durchgeführt und auf Basis des Resultates können weitere Tags selektiv hinzugefügt werden. Durch diesen Analyseprozess konnten weitere ergänzende Tags wie z.B. das Tag **Temperatursensor** oder **Rechenwerk** hinzugefügt werden. Der Tag Temperatursensor stellt dabei einen besonderen Fall dar, da dieser Tag auch anderweitig innerhalb der Wissensbasis bereits genutzt wird und dadurch der bestehende Tag Temperatursensor aus einer anderen Subsystemgruppe zum Einsatz kommt. Somit wird gleichzeitig eine Verbindung zu den beiden

Subsystemgruppen erstellt, welche in diesem Fall die Subsystemgruppe Temperatursensor an sich selbst ist. Nachdem eine Vielzahl von Tags, manuell als auch automatisch, hinzugefügt worden

Current Autotags

Show  entries Search:

| Count ↑ | Name                            | Add Tag ↓                              | Delete Tag ↓                              |
|---------|---------------------------------|--|---|
| 1       | Vermeidung von Störsignalen     | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | Rechenwerk                      | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | Temperature                     | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | Cache-Speicher                  | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | OEM-standard Sensors System     | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | Sicherheit                      | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | CE-Sensor_Information           | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | Temp-Sensor_Information         | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | Temperature Sensor              | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |
| 1       | Information Processing Software | <input type="button" value="add Tag"/> | <input type="button" value="Delete Tag"/> |

Showing 211 to 220 of 283 entries

Previous 1 ... 21 22 23 ... 29 Next

Abbildung 6-13 Erweiterung der Tags per Autotag-Funktion

sind und damit Wissen bzw. die Gruppen innerhalb der Wissensbasis vernetzt worden sind, bedarf es nun einer weiteren und verdichteteren Vernetzung. Für die verdichtete Vernetzung werden die Tags untereinander vernetzt und zeitgleich kommen Ontologien zum Einsatz, um die Vernetzung zu vervollständigen.

Die Tags müssen untereinander mithilfe von Relationen verknüpft werden. Hierfür stehen dem **Halbleiterproduzenten** die Relationen **Has\_Part** und **Has\_Influence** und deren Inverse zur Verfügung. Mithilfe dieser Relationen können die Tags und gleichzeitig die Wissensgruppen bzw. das darin enthaltene Wissen miteinander verknüpft werden. In Abbildung 6-14 ist diese Verknüpfung beispielhaft für den Tag **Temperatursensor** aufgezeigt worden. Dieser Schritt wird für alle vorhandenen Tags durchgeführt und vor allem gemeinschaftlich innerhalb der Wissensbasis von allen involvierten Stakeholdern. Zunächst erfolgt dieser Schritt durch die Hauptverantwortlichen der Subsystemgruppen, welche diese Tags nutzen und dann ergänzend durch weitere Stakeholder. Im nächsten Schritt der verdichteten Vernetzung wird eine Ontologie genutzt, um die Vernetzung und die damit verbundene Anzahl der Tags zu erhöhen. Der Innovationstreiber nutzt hierfür die Smart Produkt Ontologie aus Abbildung 5-32 und instanziiert sie für den vorliegenden Fall des Wireless Chargers. Diese Instanziierung stellt eine Umwandlung der Domain-Ontologie in eine Applikationsontologie dar. Hierfür werden die einzelnen Klassen bzw. Subklassen der Smart Produkt Ontologie erweitert hinsichtlich spezifischer Klassen des Wireless

Chargers. In Abbildung 6-15 sind die unterschiedlichen und bis dato bekannte Komponenten des Wireless Chargers innerhalb der Ontologie ergänzt worden. Dadurch entstehen Klassen wie das Spulenmodul, welches notwendig für den Ladevorgang an sich ist. Der Aspekt der Abschirmung

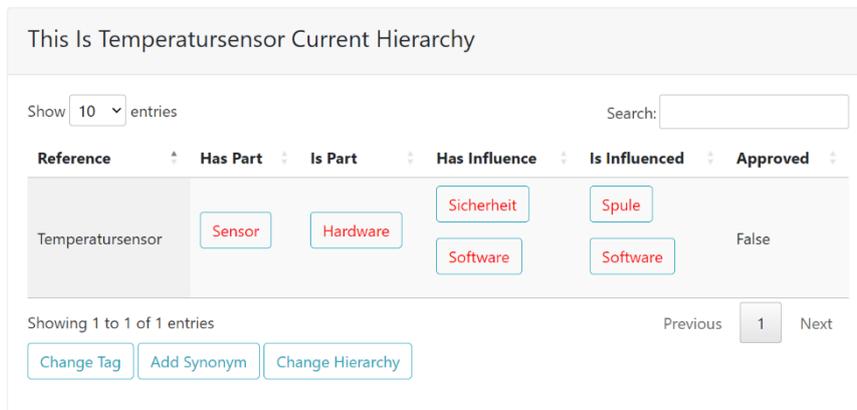


Abbildung 6-14 Hierarchie des Tags Temperatursensor

wird ebenfalls betrachtet, da bereits im Vorfeld diese Anforderung gestellt worden war und dadurch auch Bestandteil der Ontologie sein muss. Die hierfür erstellte Ontologie entwickelt sich kontinuierlich weiter mit Verlauf der Innovationsentwicklung. Damit wird auch die Vernetzung kontinuierlich verbessert. Gleichzeitig kann die Ontologie in den weiteren Lebenszyklusphasen wiederverwendet werden. Nicht nur auf Komponentenebene muss die Smart Produkt Ontologie erweitert werden, sondern in allen Bereichen. Weitere Bereiche sind der Kontext, Service und Funktionen Bereich. Ein Ausschnitt dieser Erweiterung ist in Abbildung 6 16 beschrieben.

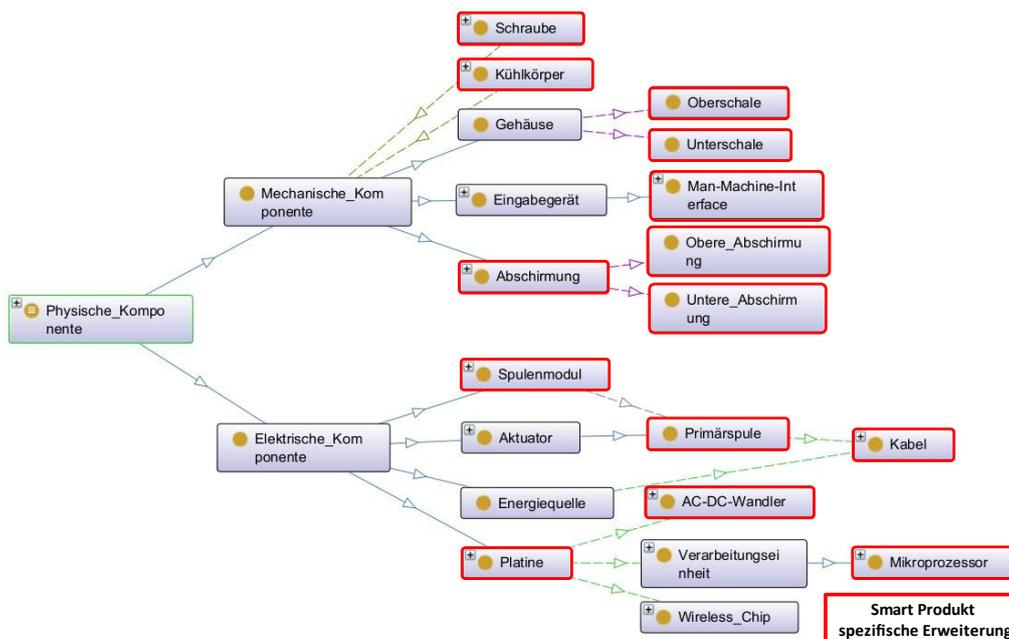


Abbildung 6-15 Ergänzung der physischen Komponenten des Wireless Chargers

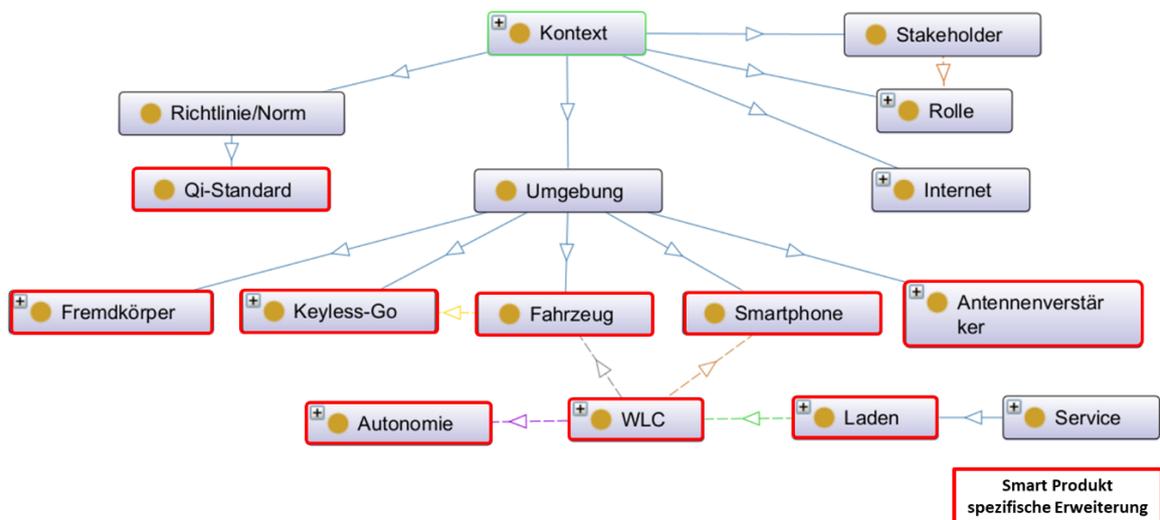


Abbildung 6-16 Erweiterungen hinsichtlich Kontexts und Service des Wireless Chargers

So können nun auch bestehende Standards miteinander verknüpft werden oder weitere Funktionen innerhalb dieses Geltungsbereiches beschrieben, wie der Aspekt des Keyless-Go Systems.

Die Wissensbasis ermöglicht den Einsatz solch einer Ontologie und unterstützt den Anwender bei der Erweiterung der unterschiedlichen Relationen der Tags. In Abbildung 6-17 ist zu sehen, wie der Tag Temperatursensor durch weitere Tags ergänzt bzw. vernetzt worden ist. Somit

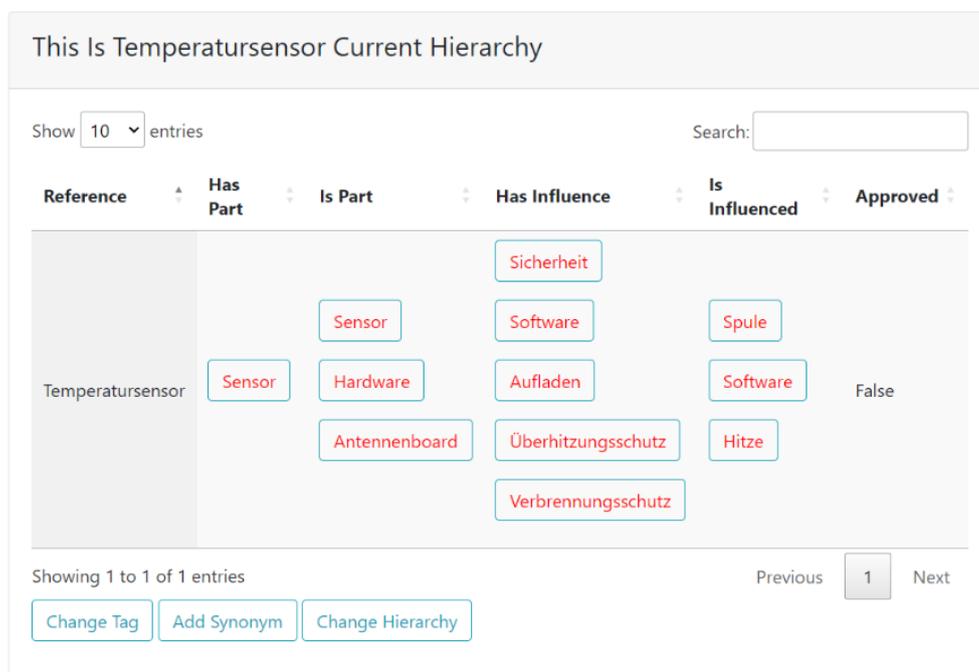


Abbildung 6-17 Tag-Erweiterung nach Ontologieanwendung auf die Wissensbasis

sind die zu Beginn vorhandenen sechs Relationen zu anderen Tags auf zwölf erweitert worden. Dies ist wie bereits erwähnt ein kontinuierlicher Prozess und dadurch steigt stetig die Anzahl der Tags und verbessert somit die Vernetzung. Die bis dato abgehaltenen Vernetzungen sind von

externer Natur und haben die einzelnen Gruppen innerhalb der Wissensbasis miteinander verlinkt. Um eine möglichst vollständige Vernetzung zu erreichen, bedarf es auch einer internen Vernetzung der unterschiedlichen Wissensmodelle innerhalb der Gruppen bzw. Subsystemgruppen und deren inkludierten Wissensmodelle. Dies ermöglicht einen internen Ontologieaufbau in den Gruppen und den konkreten Austausch der Wissensmodelle bzw. der dazugehörigen dynamischen Vernetzung der Wissensmodelle in neuen Gruppen.

Um dies zu realisieren, wird der Ansatz aus Abbildung 5-22 genutzt und innerhalb der einzelnen Gruppen eine interne Ontologie aufgebaut. Dieser Prozess wird jeweils vom Verantwortlichen der Gruppe abgehalten. In Abbildung 6-18 ist ein Ausschnitt der definierten Tags der internen Ontologie zusehen. Diese basieren meist auf den vorherig genutzten Tags für die Gruppenvernetzung, können jedoch erweitert werden. Diesen Tags werden gleichzeitig Modelle hinzugefügt, wie in Abbildung 6-18 zu sehen ist. Dieser Schritt wird wiederum in diesem Fall vom Gruppenbesitzer bzw. dem **Halbleiterproduzenten** durchgeführt.

Add to the Ontology here:

Show 10 entries Search:

| Ontology         | Description                               | Ontology Files  | Add Relation                                    | Add File                                    |
|------------------|---|---|---|---|
| Hardware         | Beschreibung der Hardware                 | <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">Hardwarearchitektur Mikroprozessor</div><br><div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">Layout</div><br><div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block;">Initialer Schaltungsentwurf</div> | <input type="button" value="Add Tag Relation"/> | <input type="button" value="Add Tag File"/> |
| Mirkoprozessor   | Recheneinheit des Wireless Chargers       | <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">Gesamtmodell Mikroprozessor</div><br><div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block;">Mikroprozessor_A</div>   | <input type="button" value="Add Tag Relation"/> | <input type="button" value="Add Tag File"/> |
| Rechenwerk       | Ausführung von arithmetischen Operationen | <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block;">Konzept für logische Operationen</div>  | <input type="button" value="Add Tag Relation"/> | <input type="button" value="Add Tag File"/> |
| Sicherheit       | Sicherheit innerhalb des Systems          | <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block; margin-bottom: 2px;">Sicherheitskonzept</div><br><div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block;">Anforderungen Mikroprozessor</div>  | <input type="button" value="Add Tag Relation"/> | <input type="button" value="Add Tag File"/> |
| Temperatursensor | Überwachung der aktuellen Temperatur      | <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; display: inline-block;">Temperatursensor_Architektur</div>  | <input type="button" value="Add Tag Relation"/> | <input type="button" value="Add Tag File"/> |

Abbildung 6-18 Interne Ontologie Tags und dazugehörige Modelle

Des Weiteren können den unterschiedlichen Tags aus Abbildung 6-18 weitere Relationen hinzugefügt werden. Die Relationen sind hierbei frei wählbar und ermöglichen so eine spezifischere Vernetzung der Tags und der dazugehörigen Wissensmodelle. Dadurch kommt es bei einem Austausch von einzelnen Elementen der Gruppe nicht zu einem direkten Austausch des gesamten Inhalts der Gruppe. In der folgenden Abbildung 6-19 ist ein Auszug der Tags mit den dazugehörigen Relationen abgebildet. So ist zu sehen, dass der Tag **Temperatursensor** über die

Relation **Protects** mit dem Tag **Mikroprozessor** vernetzt ist und gleichzeitig ein **Safety Feature** im Kontext des **Sicherheit** Tags ist.

Abbildung 6-18 und Abbildung 6-19 entsprechen der Mikroprozessor-Ontologie innerhalb der Subsystemgruppe Mikroprozessor. Innerhalb einer einzelnen Subsystemgruppe können stets mehrere Ontologien erstellt und genutzt werden. Mithilfe dieser Vernetzung lässt sich abschließend eine statische, dynamische und vor allem übergreifende Vernetzung innerhalb der Wissensbasis erzeugen. Auf dieser erstellten Grundlage können die Stakeholder miteinander kollaborieren und gemeinsam die Innovation entwickeln. Dieses gesamte Vorgehen bzgl. der Vernetzung muss zwingend mehrfach entlang der Innovationsentwicklung angewendet werden. Zur Vereinfachung wurde dieser Schritt einmalig in vollem Umfang beschrieben, dies bedeutet aber nicht, dass dieser im weiteren Verlauf in einem geringeren Umfang ausgeführt wird.

| Tag              | Description                          | Relation to    | Tag              | Description                               | Delete Relation     |
|------------------|--------------------------------------|----------------|------------------|---|---------------------|
| Hardware         | Beschreibung der Hardware            | has_part       | Mirkoprozessor   | Recheneinheit des Wireless Chargers       | Delete Tag Relation |
| Hardware         | Beschreibung der Hardware            | has_part       | Temperatursensor | Überwachung der aktuellen Temperatur      | Delete Tag Relation |
| Mirkoprozessor   | Recheneinheit des Wireless Chargers  | has_part       | Temperatursensor | Überwachung der aktuellen Temperatur      | Delete Tag Relation |
| Sicherheit       | Sicherheit innerhalb des Systems     | supports       | Mirkoprozessor   | Recheneinheit des Wireless Chargers       | Delete Tag Relation |
| Sicherheit       | Sicherheit innerhalb des Systems     | supports       | Rechenwerk       | Ausführung von arithmetischen Operationen | Delete Tag Relation |
| Sicherheit       | Sicherheit innerhalb des Systems     | supports       | Temperatursensor | Überwachung der aktuellen Temperatur      | Delete Tag Relation |
| Temperatursensor | Überwachung der aktuellen Temperatur | protects       | Mirkoprozessor   | Recheneinheit des Wireless Chargers       | Delete Tag Relation |
| Temperatursensor | Überwachung der aktuellen Temperatur | Safety feature | Sicherheit       | Sicherheit innerhalb des Systems          | Delete Tag Relation |

Showing 1 to 8 of 8 entries

Previous 1 Next

Add Ontology Tag Delete Ontology Tag Add Ontology File Delete Ontology File

Import Thesaurus Knowledge Import Partner Knowledge

Abbildung 6-19 Interne Vernetzung der Modelle innerhalb der Subsystemgruppe

Die unterschiedlichen Schritte der Vernetzung repräsentieren die Wissensverteilung und stellen gleichzeitig die Modelldefinition dar. Wobei die Modelldefinition erst vollendet ist, nachdem alle involvierten Stakeholder mindestens eine Subsystemgruppe und eine dazugehörige persönliche

Gruppe erstellt haben. Des Weiteren müssen diese Gruppen initial mit ihrem bis dahin verfügbarem Wissen gefüllt werden.

Im nächsten Schritt und gleichzeitig dem letzten innerhalb der „Lösungs- und Kollaborationsmodelle“ Phase kommt es zur Funktionsdefinition. Dabei benötigt der Halbleiterhersteller weiteren Input von involvierten Stakeholdern. Spulen können dabei den Temperatursensor bzw. den Mikroprozessor beeinflussen und müssen somit vom **Halbleiterhersteller** berücksichtigt werden. Wissen bzgl. Spulen wird vom **Halbleiterhersteller** für eine vollständige Funktionsdefinition benötigt. Um dies zu realisieren, kann der Halbleiterhersteller die Kollaboration- und Suchfunktion der Wissensbasis nutzen. In der folgenden Abbildung 6-20 ist zu sehen, wie nach dem Tag „Spule“ gesucht wird und ihm eine Vielzahl von Gruppen mit potenziell relevantem Wissen vorgeschlagen werden. Hierbei ist die erste Gruppe bzgl. „Elektromagnetische Verträglichkeit der Spulen“ vom

The screenshot shows a web interface for searching and filtering groups. At the top, there is a section titled "Currently selected tags to filter by" with two buttons: "Spule" and "Filter". Below this is a section titled "Groups satisfying your current requirements". It features a search bar, a dropdown menu set to "10" entries, and a search input field. The main content is a table with the following columns: "Group name", "Group description", "Group owner", "Message", and "Send Invite".

| Group name                                    | Group description                                    | Group owner              | Message                    | Send Invite |
|---|--|--------------------------|----------------------------|-------------|
| Elektromagnetische Verträglichkeit der Spulen | Kompatibilität der Spule mit anderen Systemen.       | Technologieunternehmen 1 | Hey, are you interested in | Invite      |
| Elektronisches Recycling                      | Prozess für die nachhaltige Entsorgung               | Recyclingunternehmen     | Hey, are you interested in | Invite      |
| Keyless-Go System                             | Ermöglicht das Starten des Fahrzeugs ohne Schlüssel  | OEM                      | Hey, are you interested in | Invite      |
| Spulen  | Spulen zur Energieübertragung                        | Technologieunternehmen 2 | Hey, are you interested in | Invite      |
| Temperatursensor                              | Sensor zur Identifikation der derzeitigen Temperatur | Technologieunternehmen 2 | Hey, are you interested in | Invite      |

At the bottom of the table, it says "Showing 1 to 6 of 6 entries" and "Previous 1 Next". Below the table is a section titled "Tags that could interest you as well" with two buttons: "Keyless-Go" and "Temperatursensor".

Abbildung 6-20 Kollaborations- und Tagsuchfunktion

**Technologieunternehmen 1** am passendsten und damit kann eine Einladung versendet werden bzw. eine Kollaboration gestartet werden. In diesem Fall wird vom **Halbleiterhersteller** eine neue Subsystemgruppe gegründet mit Namen „Mikroprozessor-Sicherheit“ und dieser lädt dabei das **Technologieunternehmen 1** ein. Auf Grundlage der zuvor definierten internen Ontologien, kann jeder dieser Stakeholder sein relevantes Wissen in Form einer Ontologie exportieren und dann nach dem Konzept aus Abbildung 5-22 und der Funktion „Import Partner Knowledge“ aus Abbildung 6-19 innerhalb der neuen Gruppe importieren. Dadurch haben beide vollen Zugriff auf

die geteilten Wissensmodelle und können mithilfe der vorhandenen Funktion der gemeinsamen Modellierung in einer SysML v2 Umgebung modellieren. Erwähnenswert ist auch, dass die Wissensbasis auf Basis von vorherigen Suchen und gleichzeitig auf Grundlage der Vernetzung weitere potenzielle Tags vorschlägt. In diesem Fall wären es die Tags Keyless-Go und Temperatursensor, welche vom **Halbleiterhersteller** ebenfalls berücksichtigt und der Gruppe „Mikroprozessor-Sicherheit“ hinzugefügt werden.

Durch eine Verknüpfung und gemeinsame Analyse der importierten Wissensmodelle in die Gruppe „Mikroprozessor-Sicherheit“ ist es den beteiligten Stakeholdern ermöglicht worden, eine Funktionsdefinition durchzuführen bzw. zu modellieren. Ein Ausschnitt dieses Resultates ist in Abbildung 6-21 gegeben und stellt den Einfluss der Temperatur bzw. des Temperatursensors im Kontext der Spulen und dem Keyless-Go System dar. Es kann zu Störungen oder Hitzeeinflüssen kommen, welche den Mikroprozessor beeinflussen können.

```

requirement <'SNR-1.3'> ForeignObjectDetection : SensorSystemRequirements::ForeignObjectDetection {
  doc /* A foreign object detection must be implemented to avoid heating of foreign objects. */
}

metadata KnowledgeModelling about 'Measures Temperature';

verification def 'Measures Temperature'{
  import VerificationCases::;
  attribute Tester;
  attribute OtherObjects;
  attribute 'NFC Compatible Mobile Device';
  attribute 'Wireless Charger Configuration';

  objective ForeignObjectDetection {
    verify ForeignObjectDetection;
  }
}

attribute def length{
  import SI::mm; //unit as mm
  length :ScalarValues::Real; //quantity Type
}

part def ControlSystemDesign{
  attribute Dimension_x_axis: length[mm]; //mm not shown in Diagram
  attribute Dimension_y_axis: length[mm];
  part InputProcessingSoftware_CTS;
  part OutputProcessingSoftware_CTS;
  part microprocessor;
  part DecisionalSoftware;
}

part def SensorSystemDesign{
  attribute Dimension_x_axis: length[mm]; //mm not shown in Diagram
  attribute Dimension_y_axis: length[mm];
  attribute def Watt :> ScalarValues::Integer;
  attribute PRM : Watt;
  part InformationProcessingSoftware;
  part InformationTransmittingSoftware;
  part CE_DeviceSensorSystem;
  part TemperatureSensor;
  part microprocessor;
}

```

Abbildung 6-21 Gemeinsame Funktionsdefinition bzgl. Temperatursensor

Dieses Vorgehen der gemeinsamen Kollaboration und Modellierung findet wertschöpfungsnetzwerkübergreifend statt und ermöglicht die notwendige Wissens- und Innovationsmodellierung.

Die nächsten beiden Phasen finden parallel statt. Zunächst wird die Phase „Entwicklung von Geschäftsmodellen“ berücksichtigt. Das Ziel der Phase ist es, persönliche Use-Cases zu definieren und die Rentabilität bzw. persönliche Machbarkeit zu bewerten. Der **Halbleiterhersteller** bezieht hierfür intern, im eigenen Unternehmen, Erfahrungen und Wissensstände zu vorherigen Entwicklungen ein und analysiert deren Verlauf. Auf Basis des Ansatzes von [NoTa1995] wird das

Wissen aufbereitet und in textueller und auf Basis von SysML modelliert, welches innerhalb der persönliche Gruppe abgelegt werden kann. Als Geschäftsmodell ergibt sich für den **Halbleiterhersteller** die reine Fokussierung auf die Mikroprozessorentwicklung, da diese am vielversprechendsten ist und auch einen weiteren Einsatz in weiteren Innovationen ermöglicht. Gleichzeitig bietet ihm dieses Geschäftswissen an, sein eigenes Forschungswissens dadurch anzureichen und den eigenen Wert des Unternehmens zu steigern. Um die Machbarkeit zu sichern, wird intern in den Forschungsabteilungen der aktuelle Stand des Innovationsvorhaben mit den erweiterten Anforderungen analysiert. Auf Basis der eigenen Kompetenzen wird eine persönliche Roadmap erstellt, welche garantiert, bis wann welche notwendigen Erkenntnisse und Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Zum Abschluss der Phase sollen Use Cases entstehen,

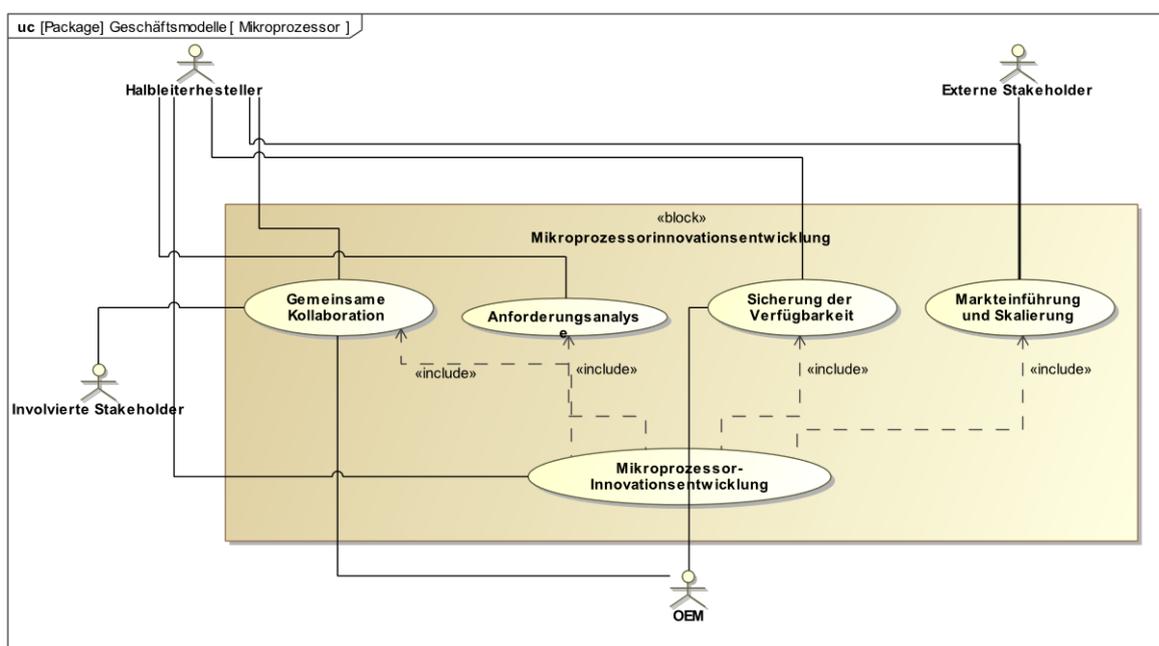


Abbildung 6-22 Entwicklungs-Use-Case Mikroprozessor

welche die persönlichen wirtschaftlichen Aspekte des **Halbleiterherstellers** berücksichtigen. In Abbildung 6-22 ist ein Use-Case für die benötigte Innovationsentwicklung des Mikroprozessors beschrieben, welche unter anderem auch den späteren Einsatz in weiteren Innovationen und die Vermarktung bei weiteren Stakeholdern vorsieht. Diese Use Cases werden von allen involvierten Stakeholdern intern im eigenen Unternehmen entwickelt und zu den persönlichen Gruppen bzw. bei Bedarf in die Subsystemgruppen hinzugefügt. Kommt es zur Kollaboration, so können diese geteilt werden. Die jeweiligen Rollen der involvierten Stakeholder sind in dieser spezifischen Subsysteminnovationsentwicklung beschrieben. Damit schließt auch diese Phase ab.

In der zweiten parallelen Phase findet die „Definition und Validierung der Systemarchitektur“ statt. Auch hier wird zunächst logisches Wissen von den unterschiedlichen Stakeholdern bzgl. ihrer Verantwortlichkeiten angereichert und in den jeweiligen Gruppen abgelegt. Bedarf es an weiterem Input, kann die Such- und Kollaborationsfunktion aus Abbildung 6-20 genutzt werden,

um den Wissensbedarf abzudecken. Der **Halbleiterhersteller** nutzt erneut die Suchfunktion, da er für die Systemarchitektur der verbauten Sensorik Input benötigt bzgl. der Software. In Abbildung 6-23 ist ein Auszug aus der Systemarchitektur der Sensorentwicklung, an der der **Halbleiterhersteller** auch mit dem Temperatursensor beteiligt ist. Der Softwareentwickler bietet dabei den unterschiedlichen Stakeholdern Wissen bzgl. seiner Datenauswertung und -verarbeitung an. Dieses Wissen muss in den unterschiedlichen Systemarchitekturen beinhaltet sein und integriert werden. Hier ist wieder zu beachten, dass es sich um eine Innovationsentwicklung handelt und um keine Produktentwicklung, bei der es deutlich konkretere Lösungen gibt. Zur Verfeinerung des logischen Wissens kann auch die bestehende

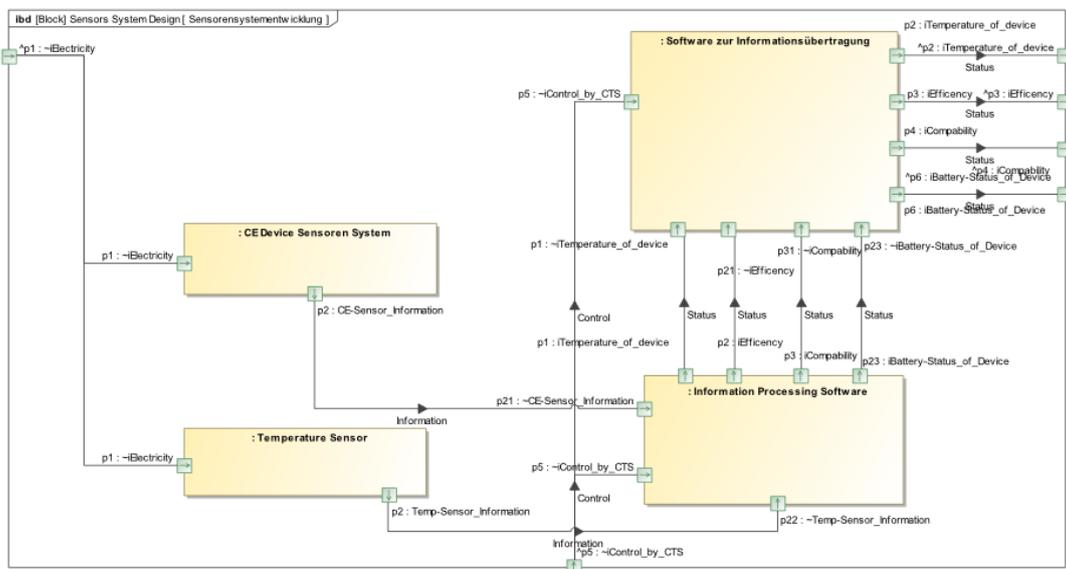


Abbildung 6-23 Auszug Systemarchitektur der Sensoren

Vernetzung innerhalb der Wissensbasis genutzt werden, da sie ein Repräsentant der Schnittstellen innerhalb des Gesamtsystems ist. Dadurch ist nun Wissen bzgl. der Funktion und der logischen Architektur innerhalb des Gesamtsystems definiert. Diese unterschiedlichen Systemarchitekturen müssen vereint werden, um das Gesamtsystem des Wireless Chargers abzubilden. Dies ist ein Schritt, welcher vom OEM bzw. dem Innovationstreiber durchgeführt werden kann. Der OEM vereint die involvierten Stakeholder innerhalb der Subsystemgruppe „Validierung Systemarchitektur“, dabei haben alle Stakeholder die Möglichkeit mithilfe der internen Ontologie die notwendigen Wissensmodelle zu teilen. Für die Validierung nutzt er die einzelnen Systemarchitekturen als Grundlage und modelliert eine vereinte und abstrahierte Ansicht in einem Gesamtmodell, welche in Abbildung 6-24 zu sehen ist. Diese kann dann genutzt werden, um gegenüber den am Anfang definierten Anforderungen eine Validierung durchzuführen. Zuvor wurden innerhalb der einzelnen Subsystemgruppen Validierungen durchgeführt gegenüber den spezifischen Anforderungen. Diese Gesamtansicht ist eine weitere Absicherung für den OEM, da im nächsten Schritt das Gesamtmodell finalisiert wird. Mit Abschluss der Validierung schließt auch die Phase innerhalb des Innovationsprozesses ab.

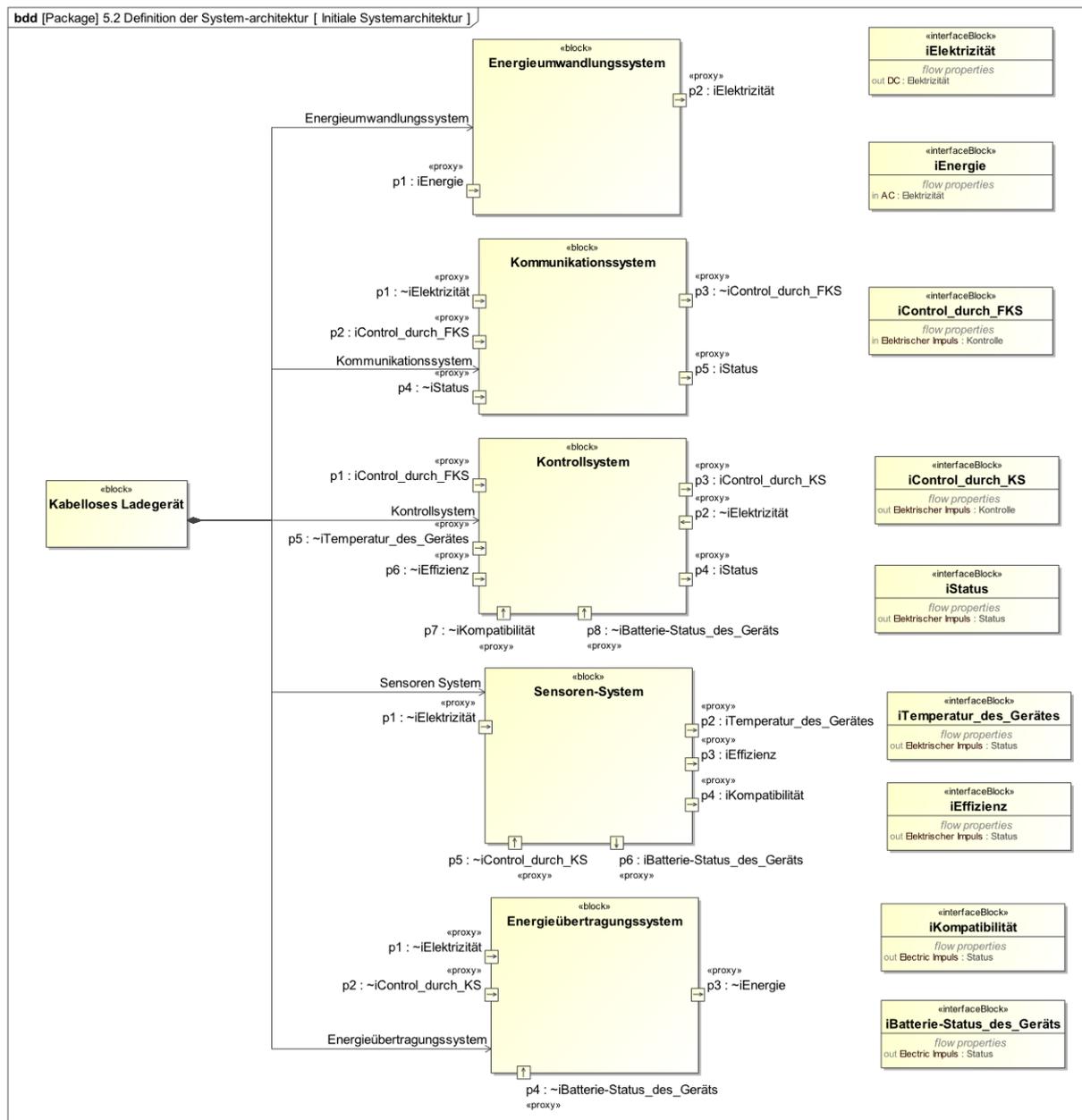


Abbildung 6-24 Gesamtansicht abstrahierte Systemarchitektur

In der letzten Phase des Ansatzes, der „Konzeptentwicklung“, wird der Übergang in die Produktentwicklung vorbereitet und abgehalten. Ziel ist es, gemeinsam in einer phasenübergreifenden Kollaboration mit der Produktentwicklung auf Basis der entwickelten Modelle ein Anforderungsmodell für die folgenden Entwicklungsphase zu definieren. Zunächst werden innerhalb der einzelnen Subsystemgruppen, auf Grundlage der erstellten Wissensmodelle, initiale Produkthanforderungen erstellt, hierzu ist ein Ausschnitt in Abbildung 5-25 zu sehen. Dort ist zu sehen, wie deutlich spezifischere Anforderungen definiert, diese jedoch in der nächsten Entwicklungsphase nochmals verfeinert und konkretisiert worden sind. Gleichzeitig beginnt auch die Definition des physischen Wissens, da sie Bestandteil des gesamten Innovationsmodells ist und am Ende übergeben werden muss. Mithilfe der Systemarchitektur

werden mögliche physische Ausprägungen und deren Schnittstellen beschrieben und in Form von CAD-Modellen oder SysML-Modellen abgelegt. Dies entscheidet jeder Stakeholder individuell. Im

| #  | △ Name                   | Text  |
|----|--------------------------|---|
| 1  | SR-14 Effizienz          | Im gesamten Bereich des Ladepads muss ein Wirkungsgrad von mindestens 70 % erreicht werden.                       |
| 2  | SR-15 System Koexistenz  | Andere drahtlose Fahrzeugsysteme inklusive Systeme für Rundfunk und Datenübertragung dürfen nicht gestört werden. |
| 3  | SR-16 Fremdkörper        | Es muss eine Fremdkörpererkennung implementiert werden, die Einfluss auf den Ladevorgang haben.                   |
| 4  | SR-17 Spulenanordnung    | Eine Überlappung der Spulen ist wünschenswert, für die maximale Ladeleistung.                                     |
| 5  | SR-18 Standards          | Bestehende Standards der Firma XY müssen berücksichtigt werden und implementiert werden.                          |
| 6  | SR-19 Gesundheit         | Menschen mit Implantaten dürfen nicht gefährdet werden.   |
| 7  | SR-20 Abmaße             | Eine Fläche von mindestens 150x200mm ist erforderlich.  |
| 8  | SR-21 ECU                | Eine Integration in bestehende Steuergeräte ist notwendig.  |
| 9  | SR-22 Antennenverstärker | Ein Verstärker für unterschiedliche Dienste des Mobiltelefones ist erforderlich.                                  |
| 10 | SR-23 Sendeeinheit       | Die Spulen dürfen nur dann senden bzw. Energie übertragen, wenn ein geeigneter Empfänger vorliegt.                |
|    | SR-24 Kommunikation      | Sender und Empfänger  |

Abbildung 6-25 Ausschnitt initiale Produkthanforderungen an den Wireless Charger

Falle des **Halbleiterhersteller** integriert dieser innerhalb seines Mikroprozessormodells unterschiedliche Parameter bezüglich möglicher Abmessungen und Rohstoffe. Wie bereits zuvor erwähnt, sind eine Vielzahl von weiteren Produktentwicklungsingenieuren an diesem Phasenabschnitt beteiligt und unterstützen den nahtlosen Übergang. Die Wissensmodelle werden einzeln übergeben und Unklarheiten aufgelöst.

Mit Abschluss der Phase wird ein Gesamtmodell der Innovation erstellt und in die Produktentwicklung übergeben. In Abbildung 6-26 ist eine Übersicht über das Gesamtmodell innerhalb der SysML gegeben. Dabei ist nicht jede einzelne Phase in diesem Modell enthalten, da sie zum Teil nicht modelliert worden sind oder sich in einer anderen Modellierungsumgebung befinden. Beispiele hierfür sind unter anderem die Technologiesammlung, welche nicht in Modellform abgelegt werden kann, oder die Geschäftsmodelle, die unter anderem in einer Business Process Model and Notation (BPMN) Umgebung realisiert werden können. Dennoch befinden sich alle Modelle und Erkenntnisse in der Wissensbasis und repräsentieren damit ein gemeinsames und vor allem vernetztes Wissensmodell. Mit der Übergabe der Wissensbasis beginnt auch die Produktentwicklung und die Innovationsphase endet.

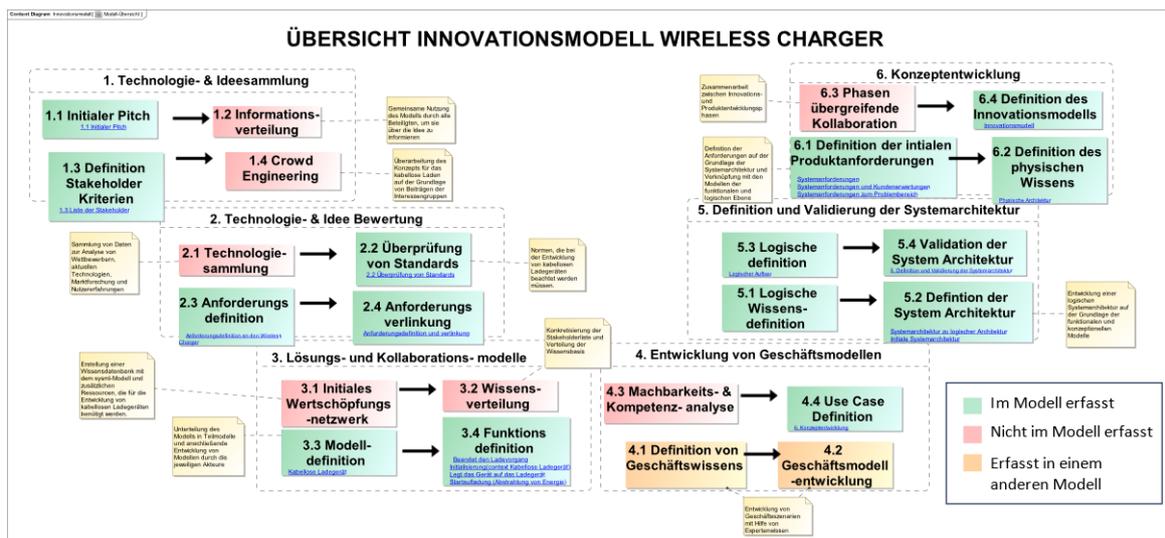


Abbildung 6-26 Übersicht SysML-Gesamtmodell Wireless Charger

**Fazit**

Durch das Nutzen des WLC als Beispiel für die Instanziierung kann eine Validierung an einer bereits entwickelten und etablierten Innovation abgehalten werden. Im Vergleich zu den vorherigen Kapiteln 4 und 5 fand jedoch in diesem Kapitel keine klassische Unterteilung in die Abschnitte Prozesse, Methode und Tools statt. Dies liegt daran, dass vor allem das Zusammenspiel der unterschiedlichen Elemente aufgezeigt werden sollten. Ein Augenmerk lag auch auf die gegenseitige Inklusion der jeweiligen einzelnen Bestandteile zueinander. Es konnte gezeigt werden, dass eine Innovationsidee erfolgreich generiert, gemeinsam entwickelt bzw. modelliert und an die folgende Produktentwicklungsphase übergeben werden konnte. Fokussiert werden sollte vor allem die ermöglichte Kollaboration über mehrere Wege hinweg. Den Anwendern wurde es ermöglicht multilateral und modellbasiert miteinander zu kollaborieren. Nur aus diesem Grund ist es möglich eine Innovation in einer deutlich schnelleren Zeit zu entwickeln. Die Wissensbasis ist dabei einer der Förderer durch die Möglichkeit der gemeinsamen Modellierung und vor allem dem gemeinsamen Wissensaustausch auf Basis der Vernetzung. Dabei war die Vernetzung auch essenziell für die Kollaboration, da sie bis dato unbekannte Beziehungen aufzeigen konnte und auf dieser Grundlage es dann zu Kollaborationen kommen konnte. Die statische und dynamische Vernetzung ermöglichte dies.

## 7. Verifikation

Als abschließender Teil dieses Kapitels ist eine Verifikation gegenüber den Anforderungen aus Kapitel 4 vorgesehen. Für eine bessere Übersicht ist eine Verifikation in der Unterteilung in Prozesse, Methoden und Tools erforderlich. Diese Unterteilung zieht sich durch die gesamte Arbeit und wird in der Verifikation weitergeführt. Zunächst wurden aber in Kapitel 4 allgemeine Anforderungen definiert und sollten über die gesamte Methodik gültig sein.

### Allgemeine Anforderungen an die Methodik

Diese Anforderungen hatten ihren Ursprung in der Literatur und nicht aus dem konkreten Teil der Stand der Forschung. Ziel war es, eine einfache Adaption und Umsetzung zu erhalten, sodass ein flächendeckender Einsatz entlang des Wertschöpfungsnetzwerkes stattfinden kann. Durch den Aufbau auf einem etablierten Ansatz können diese Anforderungen erfüllt werden bzw. vereinfacht es die Anwendung für die jeweiligen Nutzer. Gleichzeitig sollte der nutzende Entwickler bei der Anforderungsdefinition unterstützt werden, hierfür betrachtet der Ansatz die Anforderungsdefinition gesondert und unterstützt diese mit weiteren ergänzenden Anforderungsdefinitionsansätzen. Die geforderte Reduktion der Risiken wurde durch das Abhalten von mehreren Kontrollmechanismen realisiert. Der Bewertungsfaktor Zeit konnte ebenfalls reduziert werden, wie es mithilfe der der Instanziierung aus Kapitel 6 beschrieben wurde.

### Anforderungen an den Prozess

Zunächst wurden Anforderungen an den Prozess definiert, eine Übersicht bzgl. der Verifikation dieser Anforderungen ist in Abbildung 7-1 gegeben. Mithilfe der sechs unterschiedlichen Prozessphasen, welche von der Ideengenerierung bis hin zur Konzeptentwicklung reichen, konnte die Innovationsphase ganzheitlich unterstützt werden.

| Anforderungen an den Prozess                      |   |  |   |   |   |
|---|---|--|---|---|---|
| RQ1 Ganzheitliche Betrachtung                     | ● | RQ4 Unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten        | ● | RQ7 Steuerung und Sicherung der Kollaboration | ● |
| RQ2 Direkte Schnittstellen                        | ● | RQ5 Ideengenerierung und -bewertung              | ● |   |   |
| RQ3 Integration in bestehenden Entwicklungsansatz | ◐ | RQ6 Implementierung & Validierung der Innovation | ● |   |   |

● : erfüllt    ◐ : größtenteils erfüllt    ◑ : mäßig erfüllt    ◒ : ansatzweise erfüllt    ○ : nicht erfüllt

Abbildung 7-1 Verifikation der Prozessanforderungen

Durch die ermöglichten Schnittstellen, welche jeweils zu Beginn und am Ende des Prozesses stattfinden, können sich weitere Ansätze an den Innovationsprozess ansiedeln und somit einen durchgehenden Ablauf kreieren. Des Weiteren sieht der Innovationsprozess eine einzelne Betrachtung für die Etablierung der Kollaboration und der Implementierung bzw. Validierung vor. Somit sind alle zuvor definierten Anforderungen gegenüber dem Prozess vollständig erfüllt worden.

**Anforderungen an die Methode**

Eine Übersicht über die erhobenen Anforderungen an die Methode ist in Abbildung 7-2 gegeben. Mithilfe des Loop-Verfahren innerhalb der Methode konnte das Konzept der Selbstkontrolle und -verbesserung implementiert werden. Dieser Schritt vereinfacht auch die finale Validierung, welche somit nach jeder Phase stattfinden kann. Aspekte bzgl. der Innovationsentwicklung und der Analyse der Vermarktung wurden durch die unterschiedlichen Phasen des Innovationsprozesses berücksichtigt. Mithilfe der Geschäftsmodelle konnte jeder einzelne Stakeholder seine persönliche Analyse und weitere Vermarktung seiner Innovation untersuchen. Durch die meistgegebene Komplexität der Innovation war eine Integration einer Vielzahl von Stakeholdern notwendig. Mithilfe des vorgesehenen Crowd-Engineering-Ansatzes war es möglich, diesen Bedarf zu decken und gleichzeitig durch eine Auswahl ein Wertschöpfungsnetzwerk zu etablieren. Bei dieser Auswahl wurde der Innovationstreiber ebenfalls durch die Methode unterstützt und durch das Loop-Verfahren der einzelnen Phasen abgesichert. Das gesamte Vorgehen innerhalb der Methode wurde wiederum durch die Definition von unterschiedlichen Rollen abgesichert, welche eine der Hauptanforderungen aus Kapitel 4 war. Durch die Unterteilungen innerhalb der Methode kommt es zu einer feinen

| Anforderungen an die Methode               |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
| RQ8 Selbstkontrolle                        |  | RQ11 Integrationsmöglichkeit Stakeholder & Disziplinen |  | RQ14 Ausarbeitung Innovationsprozessschritte |  |
| RQ9 Fokus auf Innovationsphase             |  | RQ12 Einsatz Wertschöpfungsnetz                        |  | RQ15 Frühes Ergebnisspektrum                 |  |
| RQ10 Zeitgleiche Entwicklung & Vermarktung |  | RQ13 Auswahl Stakeholder                               |  | RQ16 Rollen innerhalb der Methodik           |  |

: erfüllt  
 : größtenteils erfüllt  
 : mäßig erfüllt  
 : ansatzweise erfüllt  
 : nicht erfüllt

Abbildung 7-2 Verifikation der Anforderungen an die Methode

Granularität der Innovation und gleichzeitig entspricht es einer Verfeinerung des Innovationsprozesses. Gleichzeitig wird frühzeitig jedem Stakeholder mitgeteilt, was innerhalb

der Innovation gefordert bzw. was für ein Ergebnisspektrum erwartet wird.

Die präsentierten und beschriebenen Lösungen verifizieren die zuvor erhobenen Anforderungen gegenüber dem Innovationsprozess und der dazugehörigen Methodik.

### Anforderungen an das Tooling

Nun bedarf es einer Verifikation gegenüber dem Tooling, welches die Wissensbasis und die Ontologie umfasst, eine Übersicht ist in Abbildung 7-3 gegeben. Mithilfe der unterschiedlichen Subsystemgruppen und deren Vernetzung ist es möglich, die Gesamtarchitektur der Innovation innerhalb der Wissensbasis zu spiegeln. Durch die mehrfache Vernetzung auf unterschiedlichste Weisen besteht sowohl eine statische als auch dynamische Vernetzung innerhalb der Wissensbasis, jedoch kann nie eine absolute Vernetzung erreicht werden. Diese Vernetzungen sind vor allem von semantischer Natur und bieten gleichzeitig die benötigte Individualität. Die Wissensbasis ermöglicht allen Stakeholdern, ihr Wissen in standardisierter Form zu importieren und exportieren. Gängige Formate wurden hierbei beschrieben und genutzt. Durch das Ablegen innerhalb von unterschiedlichen Gruppen und dem gleichzeitig selektiven Zugang konnte der besondere Schutz der Intellectual Property (IP) gewahrt werden. Mithilfe der Tag-Vernetzung konnte den Stakeholdern auch ermöglicht werden, nach den Tags zu suchen bzw. eine semantische Suche zu realisieren. Dies wurde ergänzt durch intelligente Tag-Vorschläge seitens der Wissensbasis, welche auch eine der Anforderungen aus Kapitel 4 war. Des Weiteren ist es nun möglich unterschiedliche Gruppen zu kreieren, zu vereinen oder zu betreten. Dies ermöglicht die gemeinsame Wissenskollaboration und wird verfeinert durch die Möglichkeit der gemeinsamen Modellierung innerhalb der einzelnen Gruppen. Das Tooling ist durch seine Eigenschaften in jedem Ökosystem einsetzbar und kann per Web-Oberfläche abgerufen werden.

| Anforderungen an das Tooling           |   |   |   |  |   |
|--|---|---|---|--|---|
| RQ17 Abbildung Gesamtarchitektur       | ● | RQ21 Intellectual Property                | ◐ | RQ25 Wissenskollaboration Stakeholder-übergreifend | ● |
| RQ18 Statische & dynamische Vernetzung | ◐ | RQ22 Integration in bestehende Ökosysteme | ◐ | RQ26 Ontologie auf bestehende Beschreibungssprache | ● |
| RQ19 Semantische Vernetzung            | ◐ | RQ23 Semantische Suche                    | ● | RQ27 Domänenwissen Vernetzen                       | ◐ |
| RQ20 Import & Export Wissensmodelle    | ◐ | RQ24 Vorschläge bei Wissenssuche          | ● | RQ28 Wandelbarkeit Ontologie                       | ● |

● : erfüllt   ◐ : größtenteils erfüllt   ◑ : mäßig erfüllt   ◒ : ansatzweise erfüllt   ○ : nicht erfüllt

Abbildung 7-3 Verifikation der Tooling-Anforderungen

Als letztes wurden Anforderungen an die Ontologie gestellt. Die Ontologie wurde mit Protege erstellt und basiert auf OWL, welche eine etablierte und bestehende Beschreibungssprache ist. Durch den Einsatz innerhalb der Wissensbasis wurde bewiesen, dass sie die Fähigkeit besitzt, unterschiedliches Wissen im Kontext von Smarten Produkten zu vernetzen bzw. mit Tags zu versehen. Damit wurde auch die Hauptforderung bzgl. des Vernetzens von Domänenwissen umgesetzt. Durch das Kreieren einer Domänenontologie ist es dem Anwender immer möglich, die Ontologie zu konkretisieren und eine Applikationsontologie zu schaffen. Somit wurde gewährleistet, dass die Ontologie wandelbar ist und vielseitig in unterschiedlichen Innovationsvorhaben eingesetzt werden kann.

Abschließend lässt sich festhalten, dass der Ansatz gegenüber den erhobenen Anforderungen aus Kapitel 4 vollständig verifiziert worden ist.

### **Fazit**

Mithilfe der Verifikation kann abgesichert werden, dass die zuvor in Kapitel 4 definierten Anforderungen innerhalb der entwickelten Methodik eingehalten und vor allem umgesetzt worden sind. Durch die frühzeitige Aufteilung der Anforderungen in die Bereiche Prozess, Methode und Tool ist die Verifikation gegenüber der Lösung vereinfacht worden. Der entwickelte Ansatz entspricht den zuvor definierten Anforderungen und ist in jedem einzelnen Anforderungsbereich ausreichend ausgearbeitet worden. Durch die Implementierung klarer Schnittstellen zwischen den Prozessphasen wurde ein nahtloser Ablauf geschaffen, der es ermöglichte, externe Ansätze einzubinden und die Kollaboration sowie die Implementierung gezielt zu unterstützen. Die iterative Methodik, insbesondere das Loop-Verfahren, ermöglichte kontinuierliche Selbstkontrolle und -verbesserung, was eine flexible Anpassung und frühzeitige Validierung des Innovationsprozesses begünstigte. Das Tooling, das eine umfangreiche Wissensbasis und Ontologie nutzte, ermöglichte eine dynamische Vernetzung und standardisierte Wissensspeicherung, die durch semantische Suchfunktionen ergänzt wurde. Diese Funktionen förderten die Kollaboration zwischen den Stakeholdern und den Schutz geistigen Eigentums. Die Ontologie erwies sich als flexibel und anpassungsfähig, indem sie Domänenwissen miteinander vernetzte und die Möglichkeit bot, Applikationsontologien zu entwickeln.

Insgesamt wurde der vorgestellte Ansatz nicht nur erfolgreich verifiziert, sondern bietet auch eine solide Grundlage für den praktischen Einsatz in unterschiedlichen Innovationsvorhaben.

## 8. Zusammenfassung und Ausblick

Durch die stetig steigende Komplexität innerhalb der Produkte kommt es gleichzeitig zu einer steigenden Komplexität innerhalb der Entwicklung. Der Konkurrenzdruck zwischen unterschiedlichen Unternehmen und der Wunsch stetig innovativ zu sein steigen simultan. Derzeitige Ansätze adressieren diese Anforderungen nur teilweise oder nicht zufriedenstellend. Vor allem im Hinblick auf die Kollaboration, welche sich innerhalb der Methodik im Einklang befinden sollte, sind große Defizite vorhanden. Gleichzeitig bekommt die Kollaborationen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken eine immer höhere Bedeutung innerhalb der Entwicklung. Komplexität kann wiederum mithilfe von Ansätzen des Model-based Systems Engineering beherrscht werden. Unter Betrachtung der Entwicklung von Smarten Produkten, spielt die Kollaboration eine besondere Rolle, da solch komplexe Produkte meist interdisziplinär aufgestellt sind und eine Vielzahl von unterschiedlichen Disziplinen involviert sein müssen. Diversität in den Disziplinen, als auch im Innovationswissen, ist erforderlich. Nicht nur eine Vielzahl von unterschiedlichen Disziplinen sind beteiligt, sondern auch eine deutlich höhere Anzahl an Stakeholdern, welche die jeweiligen Disziplinen vertreten und somit innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerkes integriert bzw. vertreten sein müssen. Dies ist auch einer der Hauptgründe, weshalb eine flächendeckende und geführte Kollaboration stattfinden muss.

Eine unzureichende Kollaboration kann darin resultieren, dass die Entwicklungsdauer solcher Produkte meist sehr lange dauert. Eine Beschleunigung kann hervorgerufen werden, wenn bereits in sehr frühen Phasen eine kollaborative Entwicklung stattfindet. Vor allem der Einfluss durch die Innovationsphase auf Folgephasen kann dabei genutzt werden, um die gewünschte Beschleunigung hervorzurufen. Dies liegt an den frühen Einflussmöglichkeiten der Innovationsphase. Eine Förderung kann dabei in Form einer Methodik stattfinden, welche eine Prozess-, Methoden- und Toolebene besitzt.

### Entwickelte Innovationsmethodik

Das Ziel der hier vorliegenden Arbeit bestand darin, die Innovationsentwicklung von Smarten Produkten innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken auf Grundlage einer wissensbasierten Kollaboration zu fördern. Mithilfe der Recherche wurde der aktuelle Status in den unterschiedlichen relevanten Themenbereichen beleuchtet und basierend darauf Anforderungen an die zu entwickelnde Methodik definiert. Dabei fokussieren die Anforderungen nicht nur Defizite, sondern auch bereits adressierte Aspekte in unterschiedlichen Ansätzen, die innerhalb der neu entwickelten Methodik zwingend erforderlich sind. Bereits existierende Ansätze hatten zum Teil einzelne Bestandteile der Methodik adressiert, aber nicht in einem gemeinsamen und zufriedenstellenden Umfang.

Die präsentierte Methodik beinhaltet einen Prozess, eine Methode und ein Tool. Durch die Erweiterung des MVPE-Modelles ist es möglich, auf einem bereits etablierten Ansatz aufzubauen

und diesen hinsichtlich der Innovation zu erweitern. Dadurch, dass das MVPE-Modell eine weitere Variation des V-Modelles VDI 2206 ist, kann eine Akzeptanz und der weitere Einsatz gefördert werden.

Der Innovationsprozess stützt dabei das gesamte Vorgehen und gibt den Ablauf vor. Die Methode und das Tool bilden dabei jedoch das Fundament. Durch die sechs einzelnen Phasen kann die Innovation separat und ganzheitlich betrachtet werden. Der Aspekt der separaten Betrachtung war erforderlich, da viele Ansätze eine deutliche Vermischung mit der Produktentwicklung aufweisen und innerhalb der KIRV-Methodik eher ein fließender Übergang gefordert war. Somit kann eine frühzeitige Kollaboration, um den Faktor 4-5 Jahre, stattfinden.

Die Methodik ermöglicht den Nutzern, gemeinsam innerhalb der Innovationsphase in einem Wertschöpfungsnetzwerk zu agieren und mithilfe der Wissensbasis zu kollaborieren. Durch die Rollenverteilung und Führung innerhalb der Methode ist das Vorgehen für die beteiligten Stakeholder vorgegeben. Die Definition der Rollen ist einer der Gründe, weshalb es zu einem schnelleren Ablauf innerhalb der Innovation kommen kann. Dadurch wird die anfängliche Organisation des Innovationsvorhabens erleichtert. Ein wichtiger Punkt sind die Aspekte der Bereitschaft und die Verfügbarkeit von Wissensmodellen, da diese beiden Aspekte eine essenzielle Grundlage sind für eine erfolgreiche Kollaboration. Beides wird mithilfe der Methode gesteuert und reguliert, womit festgelegt wird, welche Art von Wissen zu welchem Zeitpunkt vorliegen muss. Des Weiteren wird dies unterstützt durch das Tool bzw. die Wissensbasis. Die Wissensbasis kann als Rückgrat des Ansatzes betrachtet werden, da es vor allem die Kollaboration und gemeinsame Modellierung ermöglicht.

Innerhalb der Wissensbasis ist die Vernetzung einer der wichtigsten Eigenschaften, mit dem meisten Einfluss auf die Innovationsentwicklung. Durch eine mehrstufige Vernetzung innerhalb der Wissensbasis wird vom Nutzer angestrebt, dass es zu einer verbesserten Wissensverteilung und -kollaboration kommt. Wobei die Kollaboration genau der angestrebte zu steigernde Faktor ist. Die Vernetzung basiert dabei sowohl auf einem manuellen als auch automatisierten Vorgehen. Dadurch wird eine verdichtete Vernetzung und gleichzeitig eine höhere Qualität erreicht. Mit der Realisierung in einer neutralen Umgebung ist die Integration in bestehende Ökosystem deutlich vereinfacht worden bzw. ist dies meist gar nicht notwendig. Unterstützt wird die Wissensbasis in ihrem Vorgehen vor allem durch die Ontologie, die das automatische Vernetzen vornimmt. Dies geschieht kontinuierlich und über den ganzen Zeitraum der Innovationsentwicklung hinweg. Nicht nur die Vernetzung kommt ganzheitlich zum Einsatz, sondern auch die Interaktion der Stakeholder mit der Wissensbasis, da sie, wie bereits beschrieben, die Grundlage für die Kollaboration und die gemeinsame Innovationsentwicklung setzt.

Die Kombination der unterschiedlichen Resultate hat innerhalb der Validierung gezeigt, dass die entwickelte KIRV-Methodik die gemeinsame Innovationsentwicklung fördert und beschleunigt.

Im Gegensatz zu einem klassischen und nicht wissensbasierten Vorgehen konnten frühzeitig Stakeholder miteinander vernetzt werden. Durch die Vernetzung der Stakeholder konnte umgehend die gemeinsame Entwicklung beginnen und so eine Beschleunigung der Innovationsphase hervorgerufen werden. Des Weiteren wurde der Ansatz in zwei unterschiedlichen Forschungsprojekten initial durchgeführt und zwei bereits etablierte Innovationsvorhaben konnten nochmals und beschleunigt abgehalten werden. Damit wurde eine ausreichende Absicherung für die Methodik erbracht.

### **Kritische Betrachtung und weiterer Forschungsbedarf**

Heutige Innovationsentwicklungen konnten bis dato mit bestehenden Ansätzen umgesetzt werden. Nicht nur die Produkte bzw. deren Umfang und Komplexität wandeln sich, sondern auch die Ansätze für deren Umsetzung. Die Kombination dieser beiden Aspekte repräsentiert die Digitale Transformation, welche unter anderem mit Informations- bzw. Kommunikationstechniken gefördert werden kann.

Als einer der kritischen Punkte ist zu erwähnen, dass Unternehmen beide Transformationen parallel abhalten müssen, sodass die Konkurrenzfähigkeit aufrecht erhalten bleibt. Das bedeutet, dass die weitläufige Akzeptanz erhöht werden muss bzw. sich so weit gegenüber der Konkurrenz geöffnet werden muss, um gleichzeitig gegenüber dem globalen Weltmarkt konkurrenzfähig zu bleiben. Auf den ersten Blick scheint dies eine irrtümliche Kontroverse zu sein, jedoch ist es einer der Kritikpunkte des Ansatzes, da durch das Öffnen gegenüber den Konkurrenten gleichzeitig immer die Gefahr besteht, sein Wissen bzw. den erarbeiteten Vorsprung zu verlieren.

Ein weiterer Kritikpunkt ist die mögliche nicht vollständige Vernetzung des Wissens innerhalb der Wissensbasis. Dies basiert auf dem Fakt, dass es unmöglich scheint, eine Absolutheit zu erreichen und somit eine vollständige Vernetzung zu erreichen. Dennoch kann dies kontinuierlich angestrebt werden. Z.B. durch das mehrfache Anwenden des Vernetzungsmechanismus kann diese Absolutheit angestrebt bzw. dieser Zustand approximiert werden. Gleichzeitig müsste die Ontologie stets erweitert werden, da es kontinuierlich zu einer Erweiterung des Wissensumfanges innerhalb der Wissensbasis kommt. Das liegt daran, da mit Fortschritt der Innovation auch neues Wissen hinzukommt und Erkenntnisse neu modelliert werden.

Weitere Entwicklungsmöglichkeiten und Forschungspotenziale befinden sich sowohl im Bereich der Methode als auch im Bereich des Tools. Methodisch betrachtet, bietet sich eine vorgelagerte oder nachgelagerte Erweiterung des Ansatzes an. Somit können bereits während des Roadmappings Kollaborationsaspekte betrachtet und gemeinsame Inventionen geplant werden. Wird der Ansatz in die Produktentwicklung erweitert, rückt vor allem der Kollaborationsfokus in den Mittelpunkt und dabei im speziellen der Einsatz einer Wissensbasis. Auch in der Produktentwicklungsphase kommt es vermehrt zu einer Entwicklung innerhalb von

Wertschöpfungsnetzwerken, wodurch das Teilen von Wissen und das gemeinsame Modellieren eine enorm wichtige Rolle spielen.

Bei Fokus auf das Tool bzw. die Wissensbasis an sich, so ergibt sich die Möglichkeit einer Transformation zum lebenszyklusübergreifenden Management von Wissen. Dies wäre ein Knowledge-Lifecycle-Management, das dem Ansatz des Product-Lifecycle-Management sehr ähnelt. Damit könnte nachvollzogen werden, zu welchem Zeitpunkt des Lebenszyklus welcher Wissensstand vorlag und auf welcher Grundlage die jeweiligen Entscheidungen getroffen worden sind. Mithilfe von intelligenter Auswertung der Entscheidung und der Unterstützung von künstlicher Intelligenz könnte die Wissensbasis zu einem Tool heranwachsen, welches den Nutzer bei unterschiedlichen Entwicklungsentscheidungen unterstützt. Dabei basieren diese Entscheidungen auf den Inhalten bzw. Wissensmodellen innerhalb der Wissensbasis und den Entscheidungen von vorherigen Entwicklungen.

## 9. Literaturverzeichnis

- [AaNy1995] AAMODT, A., and M. NYGÅRD Different roles and mutual dependencies of data, information, and knowledge – An AI perspective on their integration. *Data & Knowledge Engineering*, 1995 **16**(3), 191-222.
- [Abra2014] ABRAMOVICI, M. Smart Products. In: T.I.A.f. PRODU, L. LAPERRIÈRE, and G. REINHART, eds. *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014, pp. 1-5. DOI: 10.1007/978-3-642-35950-7\_16785-1.
- [Abra2019] ABRAMOVICI, M. Smart Products. In: S. CHATTI, L. LAPERRIÈRE, G. REINHART, and T. TOLIO, eds. *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2019, pp. 1574-1578. DOI: 10.1007/978-3-662-53120-4\_16785.
- [AbSt2013] ABRAMOVICI, M., and R. STARK. *Smart Product Engineering*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. 978-3-642-30816-1. DOI: 10.1007/978-3-642-30817-8.
- [Acat2017] ACATECH, ed. *Kollaboration als Schlüssel zum erfolgreichen Transfer von Innovationen. Handlungsempfehlungen für Forschung und Entwicklung*, München: acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, 2017. acatech Position.
- [AdHB2019] ADAM, F., M. HERTWIG, A. BARWASSER, J. LENTES, N. ZIMMERMANN, and M. SIEE Crowd Engineering – Approach for Smart and Agile Product Development in Networks. *Procedia Manufacturing*, 2019 **39**, 1317-1326.
- [Adne2017] ADNER, R. Ecosystem as Structure. *Journal of Management*, 2017 **43**(1), 39-58.
- [Ahse2010] AHSEN, A. *Bewertung von Innovationen im Mittelstand*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. 978-3-642-01699-8. DOI: 10.1007/978-3-642-01700-1.
- [AhZB2010] AHN, M. J., O. ZWIKAEL, and R. BEDNAREK Technological invention to product innovation: A project management approach. *International Journal of Project Management*, 2010 **28**(6), 559-568.
- [AiCl2004] AITCHISON, J., and S.D. CLARKE The Thesaurus: A Historical Viewpoint, with a Look to the Future. *Cataloging & Classification Quarterly*, 2004 **37**(3-4), 5-21.
- [Alle2000] ALLEE, V. RECONFIGURING THE VALUE NETWORK. *Journal of Business Strategy*, 2000 **21**(4), 36-39.
- [Alle2008] ALLEE, V. Value network analysis and value conversion of tangible and intangible assets. *Journal of Intellectual Capital*, 2008 **9**(1), 5-24.

- [Alle2009] ALLEE, V. Value-creating networks: organizational issues and challenges. *The Learning Organization*, 2009 **16**(6), 427-442.
- [Alle2015] ALLEE, V. *Value Networks and the True Nature of Collaboration*, Tampa, FL, 2015. 978-0929652528.
- [AlMo2021] ALEKSANDRAVIČIENĖ, A., and A. MORKEVIČIUS. *MagicGrid Book of Knowledge A Practical Guide to Systems Modeling using MagicGrid from Dassault Systèmes*, 2021. 978-609-454-554-2.
- [Amel2004] AMELINGMEYER, J. *Wissensmanagement. Analyse und Gestaltung der Wissensbasis Von Unternehmen*. 3rd ed., Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag, 2004. Strategisches Kompetenz-Management Ser. 9783322817303.
- [AmMV2020] AMATI, G., V. MOTTA, and R. VECCHIATO Roadmapping for innovation management: evidence from Pirelli. *R&D Management*, 2020 **50**(4), 462-477.
- [Ande2000] ANDERSON, S. C. THE GLOBALLY COMPETITIVE FIRM: FUNCTIONAL INTEGRATION, VALUE CHAIN LOGISTICS, GLOBAL MARKETING, AND BUSINESS COLLEGE STRATEGIC SUPPORT. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 2000 **10**(2), 33-45.
- [AnNP2017] ANDERSEN, A. K., N. NAFEI, M. PLANCK, and L. M. NIELSEN. *The frame network of interdisciplinary stakeholder compositions in the early phases of new product development*, Vancouver, 2017. Resource-Sensitive Design.
- [Apos2023] APOSTOLOV, C. *Integrative Methodology for Model-Based Engineering of Smart Product-Service Systems*. 1. Auflage, Düren: Shaker, 2023. 978-3-8440-9069-7.
- [Arno2003] ARNOLD, P. *Kooperatives Lernen im Internet. Qualitative Analyse einer Community of Practice im Fernstudium*, Münster: Waxmann, 2003. Medien in der Wissenschaft. 23. 3830912625.
- [AsCM2007] ASHEIM, B., L. COENEN, J. MOODYSSON, and J. VANG Constructing knowledge-based regional advantage: implications for regional innovation policy. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 2007 **7**(2/3/4/5), 140.
- [AsCV2007] ASHEIM, B., L. COENEN, and J. VANG Face-to-Face, Buzz, and Knowledge Bases: Sociospatial Implications for Learning, Innovation, and Innovation Policy. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 2007 **25**(5), 655-670.
- [Audi] AUDI HUNT VALLEY. *Audi Wireless Charging Information* [online]. <https://www.audihuntvalley.com/research/wireless-charging.htm> Zuletzt geprüft am: 03.08.2024.

- [AuVi1996] AUDRETSCH, D. B., and M. VIVARELLI Firms size and R&D spillovers: Evidence from Italy. *Small Business Economics*, 1996 **8**(3), 249-258.
- [BaCB2003] BALDAUF, A., K.S. CRAVENS, and G. BINDER Performance consequences of brand equity management: evidence from organizations in the value chain. *Journal of Product & Brand Management*, 2003 **12**(4), 220-236.
- [BaFr2008] BAILEY, K., and M. FRANCIS Managing information flows for improved value chain performance. *International Journal of Production Economics*, 2008 **111**(1), 2-12.
- [Barr2004] BARRATT, M. Understanding the meaning of collaboration in the supply chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2004 **9**(1), 30-42.
- [BeCD2015] BERAT SEZER, O., S.Z. CAN, and E. DOGDU Development of a smart home ontology and the implementation of a semantic sensor network simulator: An Internet of Things approach. *2015 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*: IEEE, 2015, pp. 12-18. DOI: 10.1109/CTS.2015.7210389.
- [BeDi2004] BECKER, W., and J. DIETZ R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy*, 2004 **33**(2), 209-223.
- [BeGe2021] BENDER, B., and K. GERICKE, eds. *Pahl/Beitz Konstruktionslehre. Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung*. 9. Auflage, Berlin: Springer Vieweg, 2021. 3662573024.
- [BEJS2009] BERGMAN, J., A. JANTUNEN, and J.-M. SAKSA Enabling open innovation process through interactive methods: Scenarios and group decision support system. *International Journal of Innovation Management*, 2009 **13**(01), 139-156.
- [BlCh2009] BLESSING, L. T. M., and A. CHAKRABARTI. *DRM, a design research methodology*, Dordrecht: Springer, 2009. 978-1-84882-586-4. DOI: 10.1007/978-1-84882-587-1.
- [BlGB2001] BLESSING, D., M. GOERK, and V. BACH Management of customer and project knowledge: solutions and experience at SAP. *Knowledge and Process Management*, 2001 **8**(2), 75-90.
- [BMW2024] BMW. *BMW CONNECTED DRIVE* [online].  
<https://www.bmw.de/de/shop/lscp/connected-drive> Zuletzt geprüft am: 24.02.2024.
- [BoMa2000] BOVEL, D., and J. MARTHA FROM SUPPLY CHAIN TO VALUE NET. *Journal of Business Strategy*, 2000 **21**(4), 24-28.
- [Borm2011] BORMANN, I. *Zwischenräume der Veränderung*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011. 978-3-531-17768-7. DOI: 10.1007/978-3-531-92709-1.

- [Born2012] BORNEMANN, S. *Kooperation und Kollaboration. Das Kreative Feld als Weg zu innovativer Teamarbeit*, Wiesbaden: Springer VS, 2012. 978-3-531-19178-2. DOI: 10.1007/978-3-531-19179-9.
- [BrAn2018] BRUNO, G., and D. ANTONELLI Ontology-Based Platform for Sharing Knowledge on Industry 4.0. In: P. CHIABERT, A. BOURAS, F. NOËL, and J. RÍOS, eds. *Product Lifecycle Management to Support Industry 4.0*. Cham: Springer International Publishing, 2018, pp. 377-385. DOI: 10.1007/978-3-030-01614-2\_35.
- [Bray2017] BRAY, T. *The JavaScript Object Notation (JSON) Data Interchange Format* [online]. <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc8259> Zuletzt geprüft am: 25.01.2024.
- [BrCS2006] BRYSON, J. M., B.C. CROSBY, and M.M. STONE The Design and Implementation of Cross-Sector Collaborations: Propositions from the Literature. *Public Administration Review*, 2006 **66**(s1), 44-55.
- [BrDB2021] BROWN, P., C. von DANIELS, N. BOCKEN, and A.R. BALKENENDE A process model for collaboration in circular oriented innovation. *Journal of Cleaner Production*, 2021 **286**, 125499.
- [BuHL2014] BUSSE, J., B. HUMM, C. LÜBBERT, F. MOELTER, A. REIBOLD, M. REWALD, V. SCHLÜTER, B. SEILER, E. TEGTMEIER, and T. ZEH Was bedeutet eigentlich Ontologie? *Informatik-Spektrum*, 2014 **37**(4), 286-297.
- [BüRa2002] BÜCHEL, B., and S. RAUB Building Knowledge-creating Value Networks. *European Management Journal*, 2002 **20**(6), 587-596.
- [CaAG2009] CAMARINHA-MATOS, L. M., H. AFSARMANESH, N. GALEANO, and A. MOLINA Collaborative networked organizations – Concepts and practice in manufacturing enterprises. *Computers & Industrial Engineering*, 2009 **57**(1), 46-60.
- [Cama2004] CAMARINHA-MATOS, L. M. *Virtual Enterprises and Collaborative Networks*, Boston, MA: Springer US, 2004. 149. 978-1-4020-8138-5. DOI: 10.1007/b98980.
- [Ches2003] CHESBROUGH, H. W. *The Era of Open Innovation*, Cambridge, 2003. MIT Sloan Management Review.
- [Ches2010] CHESBROUGH, H. W. *Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology*. [Nachdr.], Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 2010. 1578518377.
- [Cock1997] COCKBURN, A. *Structuring Use Cases with Goals*, 1997.
- [CoCP2017] COLLIER, Z. A., E.B. CONNELLY, T.L. POLMATEER, and J.H. LAMBERT Value chain for next-generation biofuels: resilience and sustainability of the product life cycle. *Environment Systems and Decisions*, 2017 **37**(1), 22-33.

- [CoKl1990] COOPER, R. G., and E. J. KLEINSCHMIDT. *New products. The key factors in success*, Chicago, Ill.: American Marketing Association, 1990. 978-0324226492.
- [CoSS2017] CORREIA, A., D. STOKIC, R. SIAFAKA, and S. SCHOLZE Ontology for collaborative development of product service systems based on basic formal ontology. *2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*: IEEE, 2017, pp. 1173-1180. DOI: 10.1109/ICE.2017.8280014.
- [Coun1999] 31999H0519, *Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)*, 1999.
- [DaVK2005] DAVIES, S., J. VELEZ-MORALES, and R. KING. *Building the Memex sixty years later: trends and directions in personal knowledge bases*, 2005.
- [Dekk2003] DEKKER, H. C. Value chain analysis in interfirm relationships: a field study. *Management Accounting Research*, 2003 **14**(1), 1-23.
- [Deng2011] DENGEL, A., ed. *Semantische Technologien. Grundlagen. Konzepte. Anwendungen*, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2011. 978-3-8274-2663-5.
- [Desa2010] DESAI, D. A. Co-creating learning: insights from complexity theory. *The Learning Organization*, 2010 **17**(5), 388-403.
- [Dill1999] DILLENBOURG, P., ed. *Collaborative learning. Cognitive and computational approaches*. 1. ed., Amsterdam: Pergamon, 1999. Advances in learning and instruction series. 0-08-043073-2.
- [Diss2012] DISSELKAMP, M. *Innovationsmanagement. Instrumente und Methoden zur Umsetzung im Unternehmen*. 2., überarb. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler, 2012. 978-3-8349-4472-6.
- [DuAR2021] DUMITRESCU, R., A. ALBERS, O. RIEDEL, R. STARK, and J. GAUSEMEIER. *Engineering in Deutschland - Status quo in Wirtschaft und Wissenschaft. Ein Beitrag zum Advanced Systems Engineering*, Paderborn, 2021.
- [DuVB2009] DU CHATENIER, E., J.A. VERSTEGEN, H.J. BIEMANS, M. MULDER, and O. OMTA The Challenges of Collaborative Knowledge Creation in Open Innovation Teams. *Human Resource Development Review*, 2009 **8**(3), 350-381.
- [Dyck2003] DYCKHOFF, H. *Grundzüge der Produktionswirtschaft. Einführung in die Theorie betrieblicher Wertschöpfung*. 4., verb. Aufl., Berlin: Springer, 2003. Springer-Lehrbuch. 978-3-540-44048-2. DOI: 10.1007/978-3-662-07620-0.
- [DySi1998] DYER, J. H., and H. SINGH The Relational View: Cooperative Strategy and Sources of Interorganizational Competitive Advantage. *Academy of Management Review*, 1998 **23**(4), 660-679.

- [EiRZ2014] EIGNER, M., D. ROUBANOV, and R. ZAFIROV. *Modellbasierte virtuelle Produktentwicklung*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. 978-3-662-43815-2. DOI: 10.1007/978-3-662-43816-9.
- [EnGC2009] ENKEL, E., O. GASSMANN, and H. CHESBROUGH Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&D Management*, 2009 **39**(4), 311-316.
- [Enke2009] ENKEL, E. Chancen und Risiken von Open Innovation. In: A. ZERFAß AND K.M. MÖSLEIN, eds. *Kommunikation als Erfolgsfaktor im Innovationsmanagement*. Wiesbaden: Gabler, 2009, pp. 177-192. DOI: 10.1007/978-3-8349-8242-1\_9.
- [Este2008] ESTEFAN, J. A. *Survey of Model-Based Systems Engineering (MBSE) Methodologies*, 2008.
- [Exec2020] EXECUTABLE BOOKS COMMUNITY, 2020. Jupyter Book [software]. DOI: 10.5281/zenodo.2561065.
- [Fage2009] FAGERBERG, J.: Oxford University Press, 2009. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0001.
- [FaKo2019] FALCK, O., and J. KOENEN. *Fahrzeugbau – wie verändert sich die Wertschöpfungskette?* [online]. [https://www.ihk-muenchen.de/ihk/documents/Industrie/BIHK\\_ifo-Studie\\_Fahrzeugbau\\_final.pdf](https://www.ihk-muenchen.de/ihk/documents/Industrie/BIHK_ifo-Studie_Fahrzeugbau_final.pdf) Zuletzt geprüft am: 26.11.2023.
- [FeGD2012] FEARNE, A., M. GARCIA MARTINEZ, and B. DENT Dimensions of sustainable value chains: implications for value chain analysis. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2012 **17**(6), 575-581.
- [FeSS2009] FEI, J., C. SOLOMON, and C. SHU-LING. *Organisational Knowledge Base and Knowledge Transfer in the shipping industry*, 2009.
- [FjKe2006] FJELDSTAD, Ø. D., and C.H. KETELS Competitive Advantage and the Value Network Configuration. *Long Range Planning*, 2006 **39**(2), 109-131.
- [FrMu2004] FRITSCH, M., and P. MUELLER Effects of New Business Formation on Regional Development over Time. *Regional Studies*, 2004 **38**(8), 961-975.
- [Furr2014] FURRER, F. J. Eine kurze Geschichte der Ontologie. *Informatik-Spektrum*, 2014 **37**(4), 308-317.
- [GaAD2014] GAUSEMEIER, J., B. AMSHOFF, C. DÜLME, and M. KAGE. *Strategische Planung von Marktleistungen im Kontext Industrie 4.0*, 2014.
- [GaBr1997] GARCIA, M. L., and O. H. BRAY. *Fundamentals of technology roadmapping*, 1997. DOI: 10.2172/471364.

- [GaEC2010] GASSMANN, O., E. ENKEL, and H. CHESBROUGH The future of open innovation. *R&D Management*, 2010 **40**(3), 213-221.
- [GaKo2018] GALASO, P., and J. KOVÁŘÍK. *Collaboration Networks and Innovation: How to Define Network Boundaries*, 2018.
- [GaOA2016] GAUSEMEIER, J., J. OVTCHAROVA, B. AMSHOFF, D. ECKELT, and M. ELSTERMANN. *Strategische Produktplanung. Adaptierbare Methoden, Prozesse und Adaptierbare Methoden, Prozesse und IT-Werkzeuge für die Planung der Marktleistungen von morgen*, Paderbon, 2016.
- [GeGS2022] GEURTS, A., T. GEERDINK, and M. SPRENKELING Accelerated innovation in crises: The role of collaboration in the development of alternative ventilators during the COVID-19 pandemic. *Technology in society*, 2022 **68**, 101923.
- [Geib2013] GEIBLER, J. von Market-based governance for sustainability in value chains: conditions for successful standard setting in the palm oil sector. *Journal of Cleaner Production*, 2013 **56**, 39-53.
- [GeSZ2017] GESCHKA, H., J. SCHAUFFELE, and C. ZIMMER Explorative Technologie-Roadmaps – Eine Methodik zur Erkundung technologischer Entwicklungslinien und Potenziale. In: M.G. MÖHRLE AND R. ISENMANN, eds. *Technologie-Roadmapping*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017, pp. 83-102. DOI: 10.1007/978-3-662-52709-2\_6.
- [Grab1997] GRABOWSKI, H., ed. *Neue Wege zur Produktentwicklung*, Stuttgart: Raabe, 1997. Raabe, nachschlagen - finden. 9783886493470.
- [Gray1985] GRAY, B. Conditions Facilitating Interorganizational Collaboration. *Human Relations*, 1985 **38**(10), 911-936.
- [GrNO2022] GROCHOWSKI, E., R. NÄGELE, P. OHLHAUSEN, G. NAWROTH, and J. WARSCHAT Interdisziplinäre, unternehmensübergreifende Produktentstehung in der Automobilindustrie der Zukunft. In: R. HOOGEVEEN, ed. *Interorganisationale kollaborative Gemeinschaftsforschung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2022, pp. 9-24. DOI: 10.1007/978-3-662-62958-1\_2.
- [GrTD2010] GRÄßLE, M., O. THOMAS, and T. DOLLMANN Vorgehensmodelle des Product-Service Systems Engineering. In: O. THOMAS, ed. *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*. Heidelberg: Springer, 2010, pp. 82-129.

- [Grub1993] GRUBER, T. R. A translation approach to portable ontology specifications. In: B.R. GAINES AND J.H. BOOSE, eds. *Special issue: Current issues in knowledge modeling*: Academic Press Ltd, June 1993, pp. 199-220. DOI: 10.1006/knac.1993.1008.
- [Guar1998] GUARINO, N. Formal Ontologies and Information Systems. In: N. GUARINO, ed. *Formal ontology in information systems. Proceedings of the first international conference (FOIS '98), June 6 - 8, Trento, Italy*. Amsterdam: IOS-Press, 1998.
- [Hálu2010] HÁMORNIK, B. P., and M. JUHÁSZ Knowledge sharing in medical team: knowledge, knowledge management, and team knowledge. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 2010 **18**(2), 99.
- [Hall2013] HALLERSTEDDE, S.H., ed. *Managing the Lifecycle of Open Innovation Platforms*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2013. 978-3-658-02507-6. DOI: 10.1007/978-3-658-02508-3.
- [Hami2007] HAMILTON, J. Porter's: 'Strategy And The Internet' Revisited. *2007 International Conference on Service Systems and Service Management*: IEEE, 2007, pp. 1-6. DOI: 10.1109/ICSSSM.2007.4280087.
- [Hans2009] HANSEN, M. T. *Collaboration. How leaders avoid the traps, create unity, and reap big results*, Boston, Massachusetts: Harvard Business Press, 2009. 9781422115152.
- [HeGM2021] HEER, C., J.C. GOBEL, D. MOLLAHASSANI, and S. FORTE Future Collaboration Ecosystem for Automotive Microelectronic Innovation Processes. *ELIV 2021*: VDI Verlag, 2021, pp. 295-308. DOI: 10.51202/9783181023846-295.
- [HeKM2017] HEIDENREICH M., J. KÄDTLER, and J. MATTES. *Kollaborative Innovationen - Die innerbetriebliche Nutzung externer Wissensbestände in vernetzten Entwicklungsprozessen*, s.l.: Universitätsverlag Göttingen, 2017. 9783863953478.
- [HeLS1997] HERING, E., M. LINDER, and W. STEPARSCH Wertschöpfung. In: E. HERING, M. LINDER, and W. STEPARSCH, eds. *Zertifizierung nach DIN EN ISO 9000. Prozeßoptimierung und Steigerung der Wertschöpfung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1997, pp. 96-130. DOI: 10.1007/978-3-642-95833-5\_4.
- [Herb2015] HERBIG, N. *Nutzwertanalyse. Eine Methode zur Bewertung von Lösungsalternativen und zur Entscheidungsfindung*, Norderstedt: Books on Demand, 2015. 978-3734751240.
- [HeVe2007] HERSTATT, C., and B. VERWORN. *Management der frühen Innovationsphasen*, Wiesbaden: Gabler, 2007. 978-3-8349-0375-4. DOI: 10.1007/978-3-8349-9293-2.
- [HiAl2008] HIDALGO, A., and J. ALBORS Innovation management techniques and tools: a review from theory and practice. *R&D Management*, 2008 **38**(2), 113-127.

- [HiKR2008] HITZLER, P., M. KRÖTZSCH, S. RUDOLPH, and S. YORK. *Semantic Web*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008. 978-3-540-33993-9. DOI: 10.1007/978-3-540-33994-6.
- [Hofm1977]HOFMANN, R. Wertschöpfung. In: R. HOFMANN, ed. *Bilanzkennzahlen. Industrielle Bilanzanalyse und Bilanzkritik*. Wiesbaden: Gabler, 1977, pp. 352-356. DOI: 10.1007/978-3-322-83632-8\_7.
- [Holl2018] HOLLA, D. *Knowledge Based Engineerings* [online]. *Key product development technology to enhance competitiveness*. <https://www.infosys.com/engineering-services/white-papers/documents/knowledge-based-engineering.pdf> Zuletzt geprüft am: 30.07.2024.
- [Homb2017] HOMBURG, C. *Marketingmanagement. Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung*. 6., überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden: Springer Gabler, 2017. Lehrbuch. 978-3-658-13656-7. DOI: 10.1007/978-3-658-13656-7.
- [Hopp2020]HOPPE, T., ed. *Semantische Suche*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020. 978-3-658-30426-3. DOI: 10.1007/978-3-658-30427-0.
- [Hord1981] HORD, S. M. *Working together: Cooperation or collaboration?*, 1981.
- [Hubb2024]HUBBART, J. A. The Importance of Stakeholder Engagement Across Market Domains. *Journal of Global Entrepreneurial Management*, 2024 **2**(1), 1-7.
- [IEC 2005] 62233, *Measurement methods for electromagnetic fields of household appliances and similar apparatus with regard to human exposure*, 2005.
- [IEEE1999] C95.1-1991, *IEEE Standard for Safety Levels With Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz*, Piscataway, NJ, USA: IEEE, 1999.
- [ISO2020] 10303-242:2020-04, *Industrielle Automatisierungssysteme und Integration - Produktdatendarstellung und -austausch - Teil 242: Anwendungsprotokoll: Modellbasiertes 3D-Engineering*, 2020.
- [ISO2021] 221838, *Information technology – Top-level ontologies (TLO) – Part 2: Basic Formal Ontology (BFO)*, 2021.
- [JaKR2017] JANNIDIS, F., H. KOHLE, and M. REHBEIN, eds. *Digital Humanities. Eine Einführung*, Stuttgart: J.B. Metzler Verlag, 2017. 978-3-476-05446-3.
- [Jaku2007] Wireless charging of electronic devices. Inventor: Daniel Benjamin JAKUBOWSKI. Vereinigte StaatenUS8193764B2.

- [JaLu2007] JAYARAMAN, V., and Y. LUO Creating Competitive Advantages Through New Value Creation: A Reverse Logistics Perspective. *Academy of Management Perspectives*, 2007 **21**(2), 56-73.
- [JiYZ2019] JIANG, H., J. YI, K. ZHOU, and X. ZHU A decision-making methodology for the cloud-based recycling service of smart products: a robot vacuum cleaner case study. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2019 **32**(1), 58-71.
- [JoBS2018] JONAS, J. M., J. BOHA, D. SÖRHAMMAR, and K.M. MOESLEIN Stakeholder engagement in intra- and inter-organizational innovation. *Journal of Service Management*, 2018 **29**(3), 399-421.
- [John2002] JOHNSON, B. Why all this fuss about codified and tacit knowledge? *Industrial and Corporate Change*, 2002 **11**(2), 245-262.
- [KaDG2016] KAGE, M., M. DREWEL, J. GAUSEMEIER, and M. SCHNEIDER Value Network Design for Innovations: Developing Alternative Value Network Drafts. *Technology Innovation Management Review*, 2016 **6**(7), 21-33.
- [KaLM2016] KAZADI, K., A. LIEVENS, and D. MAHR Stakeholder co-creation during the innovation process: Identifying capabilities for knowledge creation among multiple stakeholders. *Journal of Business Research*, 2016 **69**(2), 525-540.
- [KaMa1997] KATZ, J., and B.R. MARTIN What is research collaboration? *Research Policy*, 1997 **26**(1), 1-18.
- [KaMA2009] KARADSHEH, L., E. MANSOUR, S. ALHAWARI, G. AZAR, and N. EL-BATHY. A *Theoretical Framework for Knowledge Management Process: Towards Improving Knowledge Performance*, 2009.
- [KaMG2020] KAHLE, J. H., É. MARCON, A. GHEZZI, and A.G. FRANK Smart Products value creation in SMEs innovation ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020 **156**, 120024.
- [Kasp2023] KASPERSKY. *Wie Sie verhindern, dass Datenhändler Ihre persönlichen Daten verkaufen* [online]. <https://www.kaspersky.de/resource-center/preemptive-safety/how-to-stop-data-brokers-from-selling-your-personal-information> Zuletzt geprüft am: 19.12.2023.
- [KäVi2011] KÄHKÖNEN, A.-K., and V.M. VIROLAINEN Sources of structural power in the context of value nets. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 2011 **17**(2), 109-120.
- [KaVu2013] Method and apparatus for foreign object detection parameter and charging data communication with wireless charging capable battery pack. Inventor: Juhani Valdemar KARI, and Petri Martti VUORI.

- [KhKF2022] KHAN, I. S., O. KAUPPILA, N. FATIMA, and J. MAJAVA Stakeholder interdependencies in a collaborative innovation project. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 2022 **11**(1).
- [Kirc2012] KIRCHHOFF, J. *Wissensbasis und regionale Agglomeration – Zwei Pharmacluster im Vergleich*, Köln, 2012.
- [Know2023] KNOWLEDGE REPRESENTATION AND REASONING GROUP. *Hermit OWL Reasoner* [online]. <http://www.hermit-reasoner.com/> Zuletzt geprüft am: 24.10.2023.
- [Kohn2014] KOHN, A. *Entwicklung einer Wissensbasis für die Arbeit mit Produktmodellen*, München: Dr. Hut, 2014. Produktentwicklung. 978-3-8439-1829-9.
- [KoKT2015] KOMSSI, M., M. KAUPPINEN, H. TÖHÖNEN, L. LEHTOLA, and A.M. DAVIS Roadmapping problems in practice: value creation from the perspective of the customers. *Requirements Engineering*, 2015 **20**(1), 45-69.
- [KoOR2015] KOHL, H., R. ORTH, O. RIEBARTSCH, M. GALEITZKE, and J.-P. CAP Support of Innovation Networks in Manufacturing Industries Through Identification of Sustainable Collaboration Potential and Best-Practice Transfer. *Procedia CIRP*, 2015 **26**, 185-189.
- [Kotl1972] KOTLER, P. A Generic Concept of Marketing. *Journal of Marketing*, 1972 **36**(2), 46.
- [KoVr2009] KOLFSCHOTEN, G. L., and G.-J. de VREEDE A Design Approach for Collaboration Processes: A Multimethod Design Science Study in Collaboration Engineering. *Journal of Management Information Systems*, 2009 **26**(1), 225-256.
- [Leim2014] LEIMEISTER, J. M. *Collaboration Engineering. IT-gestützte Zusammenarbeitsprozesse systematisch entwickeln und durchführen*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014. 9783642208911.
- [LeKJ2012] Wireless charging apparatus and method. Inventor: Woo-Ram LEE, Joon-Il KIM, and Kyu-Jae JANG.
- [LePa2005] LEE, S., and Y. PARK Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes: Overall process and detailed modules. *Technological Forecasting and Social Change*, 2005 **72**(5), 567-583.
- [LeSc2017] LEE, H. L., and G. SCHMIDT Using Value Chains to Enhance Innovation. *Production and Operations Management*, 2017 **26**(4), 617-632.
- [LiMS2018] LIU, Z., X. MING, W. SONG, S. QIU, and Y. QU A perspective on value co-creation-oriented framework for smart product-service system. *Procedia CIRP*, 2018 **73**, 155-160.

- [Lind2005] LINDAHL, M. *Engineering Designers' Requirements on Design for Environment Methods and Tools*, Stockholm: KTH, 2005. Trita-MMK. 2005:07. 91-7178-110-2.
- [LüNW2016] LÜNNEMANN, P., S. NEUMEYER, and W. M. WANG. *Zukunft der unternehmensübergreifenden Kollaboration. Expertenmeinungen zu aktuellen Herausforderungen und zukunftsweisenden Trends in der kollaborativen Produktentwicklung*, Berlin: Fraunhofer Institut Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik - IPK, 2016. 978-3-945406-06-9.
- [LüSB2008] LÜTJEN, M., B. SCHOLZ-REITER, and N. BRENNER Wissensmanagement bei der fertigungstechnischen Prozessgestaltung - Nutzung von Wiki in Forschungsnetzwerken. *Industrie Management*, 2008 **24**, 53-56.
- [LuVT2010] LUSCH, R. F., S.L. VARGO, and M. TANNIRU Service, value networks and learning. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2010 **38**(1), 19-31.
- [LuWN2016] LU, X., P. WANG, D. NIYATO, D. in KIM, and Z. HAN Wireless Charging Technologies: Fundamentals, Standards, and Network Applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2016 **18**(2), 1413-1452.
- [MaBB2018] MALEKI, E., F. BELKADI, N. BOLI, B.J. VAN DER ZWAAG, K. ALEXOPOULOS, S. KOUKAS, M. MARIN-PERIANU, A. BERNARD, and D. MOURTZIS Ontology-Based Framework Enabling Smart Product-Service Systems: Application of Sensing Systems for Machine Health Monitoring. *IEEE Internet of Things Journal*, 2018 **5**(6), 4496-4505.
- [MaNP2017] MANCINI, M., W. NAMYSL, R. PARDO, and S. RAMASWAMY. *Global growth, local roots: The shift toward emerging markets* [online].  
<https://www.mckinsey.de/~media/McKinsey/Business%20Functions/Operations/Our%20Insights/Global%20growth%20local%20roots%20The%20shift%20toward%20emerging%20markets/Global-growth-local-roots-The-shift-toward-emerging-markets.pdf> Zuletzt geprüft am: 30.07.2024.
- [Mart1997] MARTIN, J. N. *Systems engineering guidebook. A process for developing systems and products*, Boca Raton, Fla.: CRC Press, 1997. Systems engineering series. 0849378370.
- [McKi2017] MCKINSEY. „*The Automotive Revolution is Speeding up*, 2017.
- [McWh2006] MCPHEE, W., and D. WHEELER Making the case for the added-value chain. *Strategy & Leadership*, 2006 **34**(4), 39-46.

- [MoEE2022] MOLLAHASSANI, D., T. EICKHOFF, A. EIDEN, and J. C. GÖBEL. *Wissensbasis zur Förderung von Innovationen Smarter PSS innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes*, 2022.
- [MoEJ2023] MOLLAHASSANI, D., T. EICKHOFF, Y. JURESA, and J.C. GÖBEL Knowledge Collaboration Approach in Smart Product Innovation Networks. *Procedia CIRP*, 2023 **119**, 662-668.
- [MoFG2021] MOLLAHASSANI, D., S. FORTE, and J. C. GÖBEL. *Integration von Mission Profiles in die modellbasierte Systementwicklung zur Förderung der Kollaboration in automobilen Wertschöpfungsnetzen. Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung SSP 2021 : Stuttgart, 20. Mai 2021, S.223-234*, 2021. DOI: 10.18419/OPUS-11478.
- [MoSB2008] MOHAMMED, I. R., R. SHANKAR, and D.K. BANWET Creating flex-lean-agile value chain by outsourcing. *Business Process Management Journal*, 2008 **14**(3), 338-389.
- [MoSo2016] MOHELSKA, H., and M. SOKOLOVA Smart, connected products change a company's business strategy orientation. *Applied Economics*, 2016 **48**(47), 4502-4509.
- [Muse2015] MUSEN, M. A. The Protégé Project: A Look Back and a Look Forward. *AI matters*, 2015 **1**(4), 4-12.
- [NaBa2013] NAMBISAN, S., and R.A. BARON Entrepreneurship in Innovation Ecosystems: Entrepreneurs' Self-Regulatory Processes and Their Implications for New Venture Success. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 2013 **37**(5), 1071-1097.
- [Nelä2018] NEU, J., and K. JÄKEL. *Vertriebs- und Informationssysteme als ein zentraler Erfolgsfaktor für intermodale Mobilität* [online]. [https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren\\_institute/Infrastrukturwirtschaft\\_und-management/Forschung/Publikationen/2018/neu\\_jaekel\\_2018-intermodaler\\_vertrieb.pdf](https://www.uni-weimar.de/fileadmin/user/fak/bauing/professuren_institute/Infrastrukturwirtschaft_und-management/Forschung/Publikationen/2018/neu_jaekel_2018-intermodaler_vertrieb.pdf) Zuletzt geprüft am: 19.12.2023.
- [NiSa2007] NIETO, M. J., and L. SANTAMARÍA The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 2007 **27**(6-7), 367-377.
- [Nort2011] NORTH, K. *Wissensorientierte Unternehmensführung*, Wiesbaden: Gabler, 2011. 978-3-8349-2538-1. DOI: 10.1007/978-3-8349-6427-4.
- [NoTa1995] NONAKA, I., and H. TAKEUCHI. *The knowledge-creating company. How Japanese companies create the dynamics of innovation*, New York: Oxford University Press, 1995. 9780195092691.
- [NoTo2003] NONAKA, I., and R. TOYAMA The knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process. *Knowledge Management Research & Practice*, 2003 **1**(1), 2-10.

- [OMG 2023]OMG OBJECT MANAGEMENT GROUP. *OMG Systems Modeling Language™ (SysML®)* [online]. <https://www.omg.org/spec/SysML/2.0/Beta1/Language/PDF> Zuletzt geprüft am: 11.02.2024.
- [OtFH2023] OTTERSBOECK, N., M. FROST, and K. HELMING Zusammenarbeit und Führung für hybride Wertschöpfung. In: IFAA – INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ARBEITSWISSENSCHAFT E. V, ed. *Wertschöpfung hybrid gestalten*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2023, pp. 99-138. DOI: 10.1007/978-3-662-65130-8\_4.
- [PaAK2014] PAGOROPOULOS, A., J.A.B. ANDERSEN, L.L. KJÆR, A. MAIER, and T.C. MCALOONE Building an Ontology of Product/Service-Systems: Using a Maritime Case Study to Elicit Classifications and Characteristics. In: E. BAYRO-CORROCHANO AND E. HANCOCK, eds. *Progress in Pattern Recognition, Image Analysis, Computer Vision, and Applications*. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 119-126. DOI: 10.1007/978-3-662-44745-1\_11.
- [PeSc2021] PETRIK, D., and F. SCHÜLER Einfluss plattformbasierter Ökosysteme auf unternehmensübergreifende integrierte Wertschöpfungsnetzwerke. In: T. SCHULZ, ed. *Industrie 4.0 - Wertschöpfungsnetzwerke mit digitalisierten Dienstleistungen etablieren. Mit Lean-Service-Zyklus und Entwicklung digitaler Dienstleistungssysteme zum Erfolg*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2021, pp. 85-106.
- [PhFM2003] PHAAL, R., C. FARRUKH, J.F. MILLS, and D.R. PROBERT Customizing the technology roadmapping approach. *PICMET '03: Portland International Conference on Management of Engineering and Technology Technology Management for Reshaping the World, 2003*: Portland State Univ, 2003, pp. 361-369. DOI: 10.1109/PICMET.2003.1222814.
- [PivJ2004] PINKSTER, I., B. VAN DE BURGT, D. JANSSEN, and E. VAN VEENENDAAL. *Successful Test Management*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2004. 978-3-642-06163-9. DOI: 10.1007/978-3-540-44735-1.
- [PlHa2011] PLUM, O., and R. HASSINK Wissensbasen als Typisierung für eine maßgeschneiderte regionale Innovationspolitik von morgen? In: O. IBERT AND H.J. KUJATH, eds. *Räume der Wissensarbeit*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2011, pp. 171-188. DOI: 10.1007/978-3-531-93328-3\_8.
- [PoEw2009]PONTE, S., and J. EWERT Which Way is “Up” in Upgrading? Trajectories of Change in the Value Chain for South African Wine. *World Development*, 2009 **37**(10), 1637-1650.
- [PoHe2014]PORTER, M. E., and J. E. HEPPELMANN. *How smart, connected products are transforming competition*, 2014.

- [Port1991] PORTER, M. E. Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 1991 **12**(S2), 95-117.
- [Port1998] PORTER, M. E. *Competitive advantage. Creating and sustaining superior performance ; with a new introduction*, New York: Free Press, 1998. 9780684841465.
- [PrRR2012] PROBST, G. J. B., S. RAUB, and K. ROMHARDT. *Wissen managen. Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen*. 7. Aufl., Wiesbaden: Springer Gabler, 2012. 978-3-8349-4563-1. DOI: 10.1007/978-3-8349-4563-1.
- [Quan2008] QUAN, K. Use of Global Value Chains by Labor Organizers. *Competition & Change*, 2008 **12**(1), 89-104.
- [RaBD2018] RAMMER, C., V. BEHRENS, T. DOHERR, B. KRIEGER, B. PETERS, T. SCHUBERT, M. TRUNSCHKE, and J. von der BURG. *Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2019*, 2018.
- [ReMa1999] REINMANN-ROTHMEIER, G., and H. MANDL. *Teamlüge oder Individualisierungsfalle? Eine Analyse kollaborativen Lernens und deren Bedeutung für die Förderung von Lernprozessen in virtuellen Gruppen.*, 11.1999.
- [Ricc2020] RICCIOTTI, F. From value chain to value network: a systematic literature review. *Management Review Quarterly*, 2020 **70**(2), 191-212.
- [Rich2014] RICHARD HORNE, J. Are you seeing the big picture in selecting your improvement projects? *The TQM Journal*, 2014 **26**(6), 658-666.
- [RiGe2003] RITTER, T., and H.G. GEMÜNDEN Network competence. *Journal of Business Research*, 2003 **56**(9), 745-755.
- [Rijg2023] RIJGERSBERG, H. *OM - Ontology of units of Measure* [online], 6 September 2023. <https://github.com/HajoRijgersberg/OM> Zuletzt geprüft am: 07.09.2023.
- [RoDL2008] ROPER, S., J. DU, and J.H. LOVE Modelling the innovation value chain. *Research Policy*, 2008 **37**(6-7), 961-977.
- [RoLi2018] ROSSIGNOLI, F., and A. LIONZO Network impact on business models for sustainability: Case study in the energy sector. *Journal of Cleaner Production*, 2018 **182**, 694-704.
- [Rutt2020] RUTTENBERG, A. *BFO Basic Formal Ontology* [online], 24 March 2020. <https://basic-formal-ontology.org/> Zuletzt geprüft am: 07.09.2023.
- [Scho2013] SCHOEPGES, H. *Wireless energy transmission: New technology will soon charge smartphones in cars* [online].

- <https://www.wirelesspowerconsortium.com/media/qvcj3zev/20130903-ce4a-announcement-about-wireless-charging.pdf> Zuletzt geprüft am: 24.02.2024.
- [Schr1990] SCHRAGE, M. *Shared minds. The new technologies of collaboration*, New York: Random House, 1990. 0394565878.
- [Schu2005] SCHUMPETER, J. A. *Business cycles. A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process*. 1. ed., [reprint], Chevy Chase, Md.: Bartleby's Books, 2005. 978-1578985562.
- [ScKR2011] SCHUH, G., A. KAMPKER, and M. RITTSTIEG Vernetzte Wertschöpfung und Kooperationsmanagement. In: G. SCHUH AND A. KAMPKER, eds. *Strategie und Management produzierender Unternehmen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 463-535. DOI: 10.1007/978-3-642-14502-5\_7.
- [ScWS2022] SCHMIDBERGER, I., S. WIPPERMANN, T. STRICKER, and U. MÜLLER. *Design Thinking im Bildungsmanagement*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022. 978-3-658-36950-7. DOI: 10.1007/978-3-658-36951-4.
- [SeAH2020] SEITER, M., P. AUTENRIETH, J. HAAS, F. HEERING, M. JUNK, M. KALLA, M. RUSCH, O. TREUSCH, and T. ZILKER. *Innovation und Kooperation in zukünftigen Wertschöpfungsnetzwerken* [online], 2020. <https://impuls-stiftung.de/wp-content/uploads/2022/05/Innovation-und-Kooperation-in-zukuenftigen-Wertschoepfungsnetzwerken.pdf> Zuletzt geprüft am: 20.05.2022.
- [SiBE2019] SIEMON, D., F. BECKER, L. ECKARDT, and S. ROBRA-BISSANTZ One for all and all for one - towards a framework for collaboration support systems. *Education and Information Technologies*, 2019 **24**(2), 1837-1861.
- [SiPW2017] SIMATUPANG, T. M., P. PIBOONRUNGROJ, and S.J. WILLIAMS The emergence of value chain thinking. *International Journal of Value Chain Management*, 2017 **8**(1), 40.
- [Spur1998] SPUR, G. *Technologie und Management. Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaften*, München: Hanser, 1998. 9783446210332.
- [StHi2019] STICH, V., and J. HICKING Smartifizierung von Maschinenbauprodukten mittels einer zielorientierten Methode. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 2019 **56**(3), 542-556.
- [StPB2019] STROBEL, G., U. PAUKSTADT, J. BECKER, and S. EICKER Von smarten Produkten zu smarten Dienstleistungen und deren Auswirkung auf die Wertschöpfung. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 2019 **56**(3), 494-513.
- [Stro2017] STROBEL, B. Ontologie. In: C. HORN, J. MÜLLER, and J. SÖDER, eds. *Platon-Handbuch*. Stuttgart: J.B. Metzler, 2017, pp. 135-146. DOI: 10.1007/978-3-476-04335-1\_23.

- [StvG2008] STURGEON, T., J. VAN BIESEBROECK, and G. GEREFFI Value chains, networks and clusters: reframing the global automotive industry. *Journal of Economic Geography*, 2008 **8**(3), 297-321.
- [Sydo1992] SYDOW, J. *Strategische Netzwerke. Evolution und Organisation*. 1. Aufl., 6. Nachdr, Wiesbaden: Gabler, 1992. Neue betriebswirtschaftliche Forschung. 100. 3409139478.
- [Tayl1911] TAYLOR, F. W. Principles of Scientific Management. *Business Source Complete*, 1911.
- [ToLS2019] TOMIYAMA, T., E. LUTTERS, R. STARK, and M. ABRAMOVICI Development capabilities for smart products. *CIRP Annals*, 2019 **68**(2), 727-750.
- [ToPM2015] TODOROVIĆ, M. L., D.Č. PETROVIĆ, M.M. MIHIĆ, V.L. OBRADOVIĆ, and S.D. BUSHUYEV Project success analysis framework: A knowledge-based approach in project management. *International Journal of Project Management*, 2015 **33**(4), 772-783.
- [ToTo2008] TONER, M., and R.G. TOMPKINS Invention, innovation, entrepreneurship in academic medical centers. *Surgery*, 2008 **143**(2), 168-171.
- [UsKi1995] USCHOLD, M., and M. KING Towards a Methodology for Building Ontologies. In: IJCAI INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ed. *Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, 1995.
- [VaBr2015] VAHS, D., and A. BREM. *Innovationsmanagement. Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung*. 5. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2015. 9783791034201.
- [VDI-2004] 2206, *Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme*, 2004.
- [VDI-2009] VDI 5610, *Wissensmanagement im Ingenieurwesen*, 03.2009.
- [VDI-2021] 2206, *Entwicklung mechatronischer und cyber-physischer Systeme*, 2021.
- [VDMA2019] VDMA INFORMATIK. *Whitepaper Plattformökonomie im Maschinenbau - Praktische Tipps und Erfahrungen von Anwendern*, Frankfurt, 2019.
- [VeBv2012] VERHAGEN, W. J., P. BERMELL-GARCIA, R.E. VAN DIJK, and R. CURRAN A critical review of Knowledge-Based Engineering: An identification of research challenges. *Advanced Engineering Informatics*, 2012 **26**(1), 5-15.
- [VeHe2000] VERWORN, B., and C. HERSTATT. *Modelle des Innovationsprozesses*, 2000. DOI: 10.15480/882.102.
- [Vere2019] 2221, *Entwicklung technischer Produkte und Systeme - Modell der Produktentwicklung Blatt 1*, 11.2019.

- [W3C 2008] W3C WORLD WIDE WEB CONTINUUM. *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition)* [online], 2008. <https://www.w3.org/TR/REC-xml/> Zuletzt geprüft am: 25.01.2024.
- [W3C2004a] W3C WORLD WIDE WEB CONTINUUM. *OWL Web Ontology Language* [online]. *Overview*, 10 February 2004. <https://www.w3.org/TR/owl-features/> Zuletzt geprüft am: 28.01.2024.
- [W3C2004b] W3C WORLD WIDE WEB CONTINUUM. *OWL-S: Semantic Markup for Web Services* [online], 22 November 2004. <https://www.w3.org/submissions/OWL-S/> Zuletzt geprüft am: 12.09.2023.
- [W3C2009] W3C SEMANTIC SENSOR NETWORK INCUBATOR GROUP. *Semantic Sensor Network Ontology* [online]. <https://www.w3.org/2005/Incubator/ssn/ssnx/ssn> Zuletzt geprüft am: 20.12.2023.
- [W3C2012] W3C WORLD WIDE WEB CONTINUUM. *OWL 2 Web Ontology Language* [online]. *Profiles (Second Edition)*, 11 December 2012. <https://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-profiles-20121211/#Introduction> Zuletzt geprüft am: 20.12.2023.
- [Wawr2022] WAWRZIK, F. *Knowledge Representation in Engineering 4.0*, 2022. DOI: 10.26204/KLUEDO/6888.
- [Wire2012] WIRELESS POWER CONSORTIUM. *Guidelines for Automotive Aftermarket Qi Chargers* [online]. <https://www.wirelesspowerconsortium.com/media/l22c1yji/20121001-guidelines-for-automotive-aftermarket-chargers-v-10.pdf> Zuletzt geprüft am: 02.03.2024.
- [Wire2021] WIRELESS POWER CONSORTIUM. *Qi Specification* [online]. *Version 1.3*. <https://www.wirelesspowerconsortium.com/media/rwfpapjq/qi-v13-public.zip> Zuletzt geprüft am: 02.03.2024.
- [ZhVL2002] ZHANG, Q., M.A. VONDEREMBSE, and J.-S. LIM Value chain flexibility: A dichotomy of competence and capability. *International Journal of Production Research*, 2002 **40**(3), 561-583.

## Liste der betreuten studentischen Arbeiten mit Bezug zur Dissertation

| Datum (von ... bis ...) | Name                   | Beschreibung  |
|-------------------------|------------------------|---|
| 05-08.2020              | Gabriel Kolic          | Evaluierung eines Lastprofils in der System Modeling Language am Beispiel von Mission Profile   |
| 12.2020-06.2021         | Xi Zeng                | Literaturrecherche: Analyse von Roadmappingmethoden entlang des V-Modells und deren Einsatz im Bereich Systems Engineering  |
| 03.2021-09.2021         | Mertkan Saydam         | Erweiterung einer Methode zur Entwicklung smarterer Produkte um die frühzeitige Co-Entwicklung von ergänzenden Dienstleistungen am Beispiel der Automobilindustrie. |
| 08.2021-01.2022         | Sravani Kalluri        | Methodological Framework for Integrating Strategic Product Planning Factors into Value Network Modeling for Smart Products  |
| 05.2022-11.2022         | Tobias Reuter          | Analyse von Kollaborationen in industriellen Innovationsnetzwerken für die Entwicklung smarterer Produkte   |
| 01.2022-07.2022         | Mounika Bondalapati    | Modelling of a reference process for building value networks in the context of model-based product development considering early collaboration                      |
| 07.2022-01.2023         | Balaji Chandrasekaran  | Analysis und Comparison of SysML v1.6 vs. v2 on Knowledge Modelling with an example of Smarten Products (Smart Qi Wireless Charger)                                 |
| 05.2022-11.2022         | Ozan Öztas             | Entwicklung einer Wissensbasis für die Innovationsentwicklung von Smarten Produkten innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken  |
| 05.2022-10.2022         | Martin Becker          | Entwicklung einer Wissensbasis zur Verwaltung von Innovationswissen innerhalb von Wertschöpfungsnetzwerken  |
| 08.2022-02.2023         | Cyrill Wälchli         | Analyse und Vergleich von Wissensbasen im Hinblick auf die Innovations-Kollaboration  |
| 06.2022-12.2022         | Shruti Choudhari       | Study on SysML - based Collaboration within Value creation networks   |
| 10.2022-04.2023         | Tianqi Li              | Automatisierte Extraktion von Informationen aus strukturiertem Text   |
| 10.2022-03.2023         | Marco Köhler           | Automatisierte Extraktion von Information aus strukturiertem Text   |
| 01.2023-07.2023         | Rajakeshav Vijayakrish | Modeling of an innovation knowledge model using the example of the smart product wireless charger   |

---

|                     |                                |   |
|---------------------|--------------------------------|---|
| 09.2022-<br>09.2023 | Jonas Carlo<br>Stumpf          | Analyse der Transformation von Wertschöpfungsketten hin zu Wertschöpfungsnetzen mit Fokus auf die Innovationsphase  |
| 03.2023-<br>10.2023 | Martin<br>Becker               | Wissensextraktion aus Vorabversuchen für Innovationen mit Hilfe des smarten Produktdemonstrators „Wireless Charger“   |
| 05.2023-<br>11.2023 | Nathalie<br>Tamara<br>Hippchen | Ontologie für das Vernetzen von Innovationswissen innerhalb von Wertschöpfungsnetzen am Beispiel von Smarten Produkten  |
| 04.2023-<br>12.2023 | Carina<br>Wagner               | „Invention vs. Innovation vs. Roadmapping“<br>Vergleich von Entwicklungsphasen und Ansätzen, bei der Umsetzung von smarten Produktideen in Wertschöpfungsnetzwerken |

## Eigene Veröffentlichungen

Mollahassani, D., Forte, S., Göbel, J.C.: Integration von Mission Profiles in die modellbasierte Systementwicklung zur Förderung der Kollaboration in automobilen Wertschöpfungsnetzen. In: SSP 2021 Proceedings Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung, Stuttgart, Germany, 20 May 2021, ISSN: 2364-4885, <http://dx.doi.org/10.18419/opus-1147>

Mollahassani, D., Gries, J., Forte, S. and Göbel, J.C.: "Supporting Collaborative Innovation Processes in Smart Product Value Creation Networks", 32nd CIRP Design Conference, Gif-sur-Yvette, France, 28.-30. März 2022, Procedia CIRP, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.261>

Mollahassani, D., Eickhoff, T., Eiden, A., Göbel, J.C.: "Wissensbasis zur Förderung von Innovationen Smarter PSS innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes", Tag des Systems Engineering, Paderborn, Germany, 16.-18. November 2022, In: Tag des Systems Engineering 2022, ISBN-13: 9783981880588

Mollahassani, D., Bosse, R., Göbel, J.C.: "Analysis of SysML-based Product Development Collaborations in Cross-Company Value Creation Networks", Stuttgart, 04. Mai 2023, prostep ivip SYMPOSIUM 2023

Mollahassani, D., Eickhoff, T., Juresa, Y., Göbel, J.C.: "Knowledge Collaboration Approach in Smart Product Innovation Networks", 33rd CIRP Design Conference, Sydney, Australia, 17.-19. Mai 2023, Procedia CIRP, 2023 <https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.158>

Mollahassani, D., Juresa, Y., Eickhoff, T., Göbel, J.C.: "Ansatz zur Kollaboration in Wertschöpfungsnetzwerk-zentrierten Innovationsprozessen Smarter Produkte" In: SSP 2023 Proceedings Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung, Stuttgart, Germany, 25 May 2023, <http://dx.doi.org/10.18419/opus-13131>

Mollahassani, D., Bosse, R., Göbel, J.C.: "Asset Administration Shells in the Context of Catena-X in a MBSE Case Study of SysML and PREEvision", München, 11. April 2024, prostep ivip SYMPOSIUM 2024

Mollahassani, D., BECKER, M., Göbel, J.C.: "Enabling Ontology-based Knowledge Linking in Smart Product Innovation Processes" In: PLM24 IFIP 21st International Conference on Product Lifecycle Management, Bangkok, Thailand, 8 July 2024

## Lebenslauf



### Persönliche Angaben

Name Damun Mollahassani Madjdabadi

Geburtsort Bad Kreuznach

Familienstand ledig

Staatsangehörigkeit deutsch

### Bildungsgang

08/2011-03/2014 Gymnasium am Römerkastell Bad Kreuznach

Abschluss: Abitur

10/2014-03/2019 Studium: Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der TU  
Kaiserslautern

Abschluss: Diplom-Ingenieur

### Berufliche Tätigkeiten

seit 04/2019 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Virtuelle  
Produktentwicklung an der RPTU Kaiserslautern

### Sprachen

Deutsch, Englisch, Farsi (in Wort)