

Miriam Wilmsen

**Ansatz zur Entwicklung von SOLL-Prozess
Baukästen für die Instanziierung und
Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen in
der automobilen Vorentwicklung**

Approach for the development of target-process
module sets for the instantiation and configuration of
target-process suggestions in the automotive
predevelopment

Band 152

Systeme ■ Methoden ■ Prozesse

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. A. Albers
Univ.-Prof. Dr.-Ing. S. Matthiesen
(Hrsg.)

Miram Wilmsen

Ansatz zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen in der automobilen Vorentwicklung

Approach for the development of target-process module sets for the instantiation and configuration of target-process suggestions in the automotive predevelopment

Band **152**

Herausgeber: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. A. Albers
Univ.-Prof. Dr.-Ing. S. Matthiesen

Copyright: IPEK • Institut für Produktentwicklung, 2022
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft
Alle Rechte vorbehalten

Druck: Stolzenberger Druck und Werbung GmbH & Co. KG, Leimen
06224-7697915

ISSN 1615-8113

Ansatz zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL- Prozess Vorschlägen in der automobilen Vorentwicklung

Zur Erlangung des akademischen Grades einer

DOKTORIN DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN (Dr.-Ing.)

von der KIT-Fakultät für Maschinenbau des

Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

angenommene

DISSERTATION

von

M.Sc. Miriam Wilmsen

Tag der mündlichen Prüfung: 01.04.2022

Hauptreferent: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers

Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Kilian Gericke

Vorwort der Herausgeber (Stand: Juli 2017)

Wissen ist einer der entscheidenden Faktoren in den Volkswirtschaften unserer Zeit. Der Unternehmenserfolg wird mehr denn je davon abhängen, wie schnell ein Unternehmen neues Wissen aufnehmen, zugänglich machen und verwerten kann. Die Aufgabe eines Universitätsinstitutes ist es, hier einen wesentlichen Beitrag zu leisten. In den Forschungsarbeiten wird ständig Wissen generiert. Dieses kann aber nur wirksam und für die Gemeinschaft nutzbar werden, wenn es in geeigneter Form kommuniziert wird. Diese Schriftenreihe dient seit mehr als 20 Jahren als eine Plattform zum Transfer und macht damit das Wissenspotenzial aus aktuellen Forschungsarbeiten am IPEK - Institut für Produktentwicklung Karlsruhe* am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) verfügbar. Die Forschung des IPEK ist dabei strukturiert in die Kategorien Systeme, Methoden und Prozesse, um so der Komplexität heutiger Produktentwicklung ganzheitlich gerecht zu werden. Erst die Verknüpfung dieser drei Kategorien ermöglicht die Synthese innovativer Systeme durch Nutzung neuester Methoden und Prozesse. Gleichzeitig werden durch die Systemsynthese die erforschten neuen Methoden und Prozesse validiert und deren Mehrwert für die Praxis abgesichert. Dieses Forschungskonzept prägt nicht nur das IPEK-Leitbild, sondern auch den Charakter dieser Schriftenreihe, da immer alle drei Kategorien und deren Wechselwirkungen berücksichtigt werden. Jeder Band setzt hier individuelle Schwerpunkte und adressiert dabei folgende Forschungsgebiete des IPEK:

- das Entwicklungs- und Innovationsmanagement,
- die Entwicklungs- und Konstruktionsmethodik,
- der Leichtbau von der Ebene des ganzen Systems bis hinunter zur Optimierung des Bauteils,
- die Validierung technischer Systeme auch unter Berücksichtigung der NVH Aspekte (Noise, Vibration, Harshness) mit dem Fokus auf Schwingungen und Akustik an Komponenten und in den Gesamtsystemen sowie deren subjektiver Beurteilung durch den Menschen,
- die Antriebssystemtechnik mit den Schwerpunkten komplette Antriebslösungen für Fahrzeuge und Maschinen,
- das Design, die Tribologie und Erprobung von Kupplungen und Bremsen sowie
- die Gerätetechnik mit dem Schwerpunkt auf Power-Tools.

Die Forschungsberichte stellen Ergebnisse unserer Forschung sowohl anderen Wissenschaftlern als auch den Unternehmen zu Verfügung um damit die Produktentwicklung in allen ihren Facetten mit innovativen Impulsen zu optimieren

Albert Albers und Sven Matthiesen

* Eh.: Institut für Maschinenkonstruktionslehre und Kraftfahrzeugbau, Universität Karlsruhe (TH)

Vorwort zu Band 152

Der Markt für Fahrzeuge als Lösung für die individuelle Mobilität ist in den letzten zwei Jahrzehnten zu einem globalen Markt geworden. Dabei ist der Fahrzeugmarkt geprägt als Käufermarkt. Interessenten und potenzielle Kunden haben eine sehr große Auswahl an Fahrzeuglösungen zur Verfügung. Dies führt dazu, dass die Fahrzeuge mit jeder Generation eine Funktionsanreicherung erfüllen und damit zu komplexen mechatronischen Lösungen werden. Gleichzeitig ist durch die gesellschaftlichen Herausforderungen bezüglich des Klimawandels ein weiterer Treiber in der Produktentwicklung entstanden, der für Fahrzeuge die Reduzierung der Klimagase durch neue Antriebslösungen, aber auch durch eine Steigerung der Leistungsdichte und zum Beispiel Leichtbaukonzepte einfordert. All diese Trends führen dazu, dass der Entwicklungsprozess für eine Fahrzeuggeneration eine hohe Komplexität aufweist. Es ist notwendig, eine Vielzahl von Aktivitäten zu planen und zu koordinieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der Entwicklung von Fahrzeugen typischerweise mehrere Produktgenerationen gleichzeitig in der Entwicklung sind. Diese Komplexität kann mit dem *Modell der PGE – Produktgenerationsentwicklung nach Albers* in der ganzen Komplexität abgebildet werden. In diesem Kontext wird für Entwicklungsprozesse, die sich nicht unmittelbar auf die nächste in den Markt gehende Produktgeneration G_n beziehen, sondern eher die darauffolgende Generation G_{n+1} zum Fokus haben, der Begriff *Vorentwicklung* oder *Automobile Vorentwicklung* verwendet. Auch hier sind natürlich komplexe Entwicklungsprozesse zu planen und zusammenzustellen, wobei die Heterogenität und Dynamik in den initialen Zielsystemen bei so frühen Phasen natürlich größer ist, sodass die jeweiligen Prozesse – abhängig vom Kontext – durchaus individualisiert werden müssen. Um hier strukturiert eine Unterstützung zu bieten, kann – auf der Basis des *iPeM – Integriertes Produktentwicklungs-Modell der Karlsruher Schule für Produktentwicklung – KaSPro* – ein Prozessbaukastenansatz als eine mögliche Lösung zur Konfiguration von SOLL-Prozessen in der automobilen Vorentwicklung als Lösung geeignet sein.

Genau an dieser Stelle setzt die Arbeit von Frau Dr.-Ing. Miriam Wilmsen an. Sie hat sich in ihrer wissenschaftlichen Arbeit zum Ziel gesetzt, diesen Projektplanungs-Baukastenansatz für SOLL-Prozesse in der automobilen Vorentwicklung auf Basis der Elemente der ***KaSPro - Karlsruher Schule für Produktentwicklung*** mit wissenschaftlichen Methoden zu untersuchen und zu Lösungsvorschlägen zu kommen. Die Arbeit schlägt als Ergebnis einen ganzheitlichen Ansatz zur Unterstützung der Projektplanung im Bereich der G_{n+1} bzw. Vorentwicklung im Kontext der Automobilentwicklung vor. Dieser Baukastenansatz leistet einen relevanten Beitrag für die Planung in der praktischen Produktentwicklung.

Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit wird ein Ansatz zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen für die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination flexibler und strukturierender Elemente in SOLL-Prozessen vorgestellt. Dieser Ansatz unterstützt Prozessautoren bei der Identifikation von Prozessanforderungen und der Konzipierung eines organisationsspezifischen SOLL-Prozess Baukastens. Zudem unterstützt der Ansatz Projektleiter bei der kontextspezifischen Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen, sowie der Erstellung und Adaption von realistischen SOLL-Prozessen.

Basierend auf einer Literaturanalyse wird abgeleitet, dass SOLL-Prozesse unsicherheitsbehafteter Entwicklungsprojekte sowohl flexible wie auch strukturierende Prozesselemente umfassen sollten, wobei die Kombination dieser Prozesselemente kontextindividuell ausgeprägt sein muss.

Eine empirische Untersuchung zu den Anforderungen an eine prozessuale Unterstützung in der automobilen Vorentwicklung zeigt das Potential auf, das durch den Einsatz von Prozess Baukästen erschlossen werden kann. Auf Basis des ASD – Agile Systems Design Ansatzes wird ein Ansatz entwickelt, der die Erstellung realistischer SOLL-Prozesse durch den Einsatz von SOLL-Prozess Baukästen in automobilen Vorentwicklungsprojekten unterstützt. Dieser Ansatz wird im Zuge von vier empirischen Untersuchungen in unterschiedlichen Anwendungsbereichen evaluiert. Die erste Studie forciert die Evaluation der grundsätzlichen Realisierbarkeit und Anwendbarkeit des Ansatzes in einer Live-Lab Studie. In der zweiten Studie wird der gesamte Ansatz für die automobilen Vorentwicklung der AUDI AG realisiert, angewendet und evaluiert. In der dritten Studie werden ausgewählte Aspekte des Ansatzes in einem automobilen Serienentwicklungsprojekt eines anderen Unternehmens realisiert und angewendet, um so Erkenntnisse für eine mögliche Übertragbarkeit zu erhalten. In der vierten Studie werden Experteninterviews mit Prozessautoren aus drei unterschiedlichen Unternehmen der Automobilindustrie durchgeführt, um den Nutzen des Ansatzes aus der Perspektive von Prozessautoren zu evaluieren.

Abstract

Within this research thesis, an approach for the development of TARGET-process module sets for the agile, situation- and demand-specific combination of flexible and structuring elements of TARGET-processes is introduced. This approach supports process authors during the identification of process requirements and during the development of organisation-specific TARGET-process module sets. Additionally, the approach supports project managers during the context-specific instantiation and configuration of TARGET-process suggestions, as well as the design and adaption of realistic TARGET-processes.

Based on a literature analysis, the demand for the combination of flexible and structuring process elements within TARGET-processes is deduced. Hereby, the combination of the flexible and structuring process elements needs to be context-individual.

An empirical study of the requirements for a processual support within automotive pre-development departments indicates the potentials of using process module sets. As foundation, the ASD – Agile Systems Design approach is used to develop an approach to support the design of realistic TARGET-processes for automotive predevelopment projects through the usage of TARGET-process module sets. This approach is evaluated through four empirical studies in different fields of application. The first study focuses the evaluation of the basic feasibility and applicability of the approach through a Live-Lab study. Within the second study, the whole approach is realised, applied and evaluated within different automotive predevelopment departments at AUDI AG. Within the third study, only selected aspects of the approach are realised and applied for an automotive series development project in another company, to derive insights for a possible transferability of the approach. The fourth study focuses the evaluation of the approach and its added value through expert interviews with process authors of three different companies.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde während meiner Zeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie im Zuge eines Kooperationsprojektes mit der AUDI AG erstellt. An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mich während meiner Promotion auf unterschiedlichste Arten unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers für die Betreuung meiner Arbeit und dem entgegengebrachten Vertrauen einen Forschungsbeitrag zur KaSPro – Karlsruher Schule für Produktentwicklung leisten zu dürfen. Insbesondere die wissenschaftlichen Gespräche und das breite Fundament der KaSPro trugen zum Gelingen dieser Arbeit bei. Für die Übernahme des Korreferats, sowie die wissenschaftlichen Impulse und aufschlussreichen Diskussionen während meines Promotionsprojektes möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Kilian Gericke herzlich danken. Zudem möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schulze für den Promotionsprüfungsvorsitz bedanken.

Im Rahmen der Kooperation mit der AUDI AG möchte ich mich insbesondere bei allen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen der Audi Electronics Venture GmbH bedanken, die mir nicht nur mit fachlichem Rat zur Seite standen, sondern ebenso dazu beitrugen, dass ich mich während meines Promotionsprojektes persönlich weiterentwickeln konnte. Insbesondere möchte ich hier Dr. Benjamin Poppinga hervorheben, der mich stets unterstützt hat und mir dabei geholfen hat meine Problemstellungen aus einer neuen Perspektive betrachten zu können.

Mein Dank gilt ebenfalls den Kolleginnen und Kollegen des IPEKs, insbesondere aus der Forschungsgruppe Entwicklungsmethodik und –management. Vor allem die etlichen wissenschaftlichen Diskussionen am Whiteboard haben mir dabei geholfen meine Forschung zu verbessern. Mein besonderer Dank gilt hier Katharina Dühr, Jonas Heimicke, Dr. Simon Rapp und Dr. Florian Marthaler. Ebenfalls möchte ich Petra Müller danken, die als gute Fee des IPEKs eine besondere Unterstützung während meiner Promotion dargestellt hat, insbesondere während der letzten Phasen meiner Dissertation.

Ganz besonders möchte ich meinem Ehemann, Dr. Jan-Michael Veith (zukünftig Wilmsen) danken, der einen großen Beitrag dazu geleistet hat, dass ich meine Promotion erfolgreich abschließen konnte. Ebenfalls danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die Unterstützung und das entgegengebrachte Verständnis.

Leonberg, den 01. April 2022
Miriam Wilmsen

„Zwei Dinge sind zu unserer Arbeit nötig:
Unermüdliche Ausdauer und die Bereitschaft,
etwas, in das man viel Zeit und Arbeit gesteckt hat,
wieder wegzuwerfen.“

Albert Einstein, 1879 - 1955.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	i
Abstract	iii
Danksagung	v
Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xxi
Abkürzungsverzeichnis	xxiii
Formelverzeichnis	xxv
1 Einleitung	1
1.1 Fokus der Arbeit	2
1.2 Aufbau der Arbeit	3
2 Grundlagen und Stand der Forschung	5
2.1 Grundlagen der Produktentwicklung	5
2.1.1 Modell der PGE – Produktgenerationsentwicklung	6
2.1.2 Frühe Phasen in der Produktentwicklung	8
2.1.3 Agilität in der Produktentwicklung	9
2.1.4 Entwicklungskontext und Entwicklungssituation	14
2.1.5 Standardisierung und Produktstrukturstrategien der Produktentwicklung	17
2.2 Prozesse in der Produktentwicklung	19
2.2.1 Typen von Prozessmodellen	19
2.2.2 Prozessmerkmale und Identifikation von Prozessanforderungen	22
2.2.3 Meta-Modelle in der Produktentwicklung	26
2.2.4 Iterationsarten in der Produktentwicklung	36
2.3 Adaptive Prozesse in der Produktentwicklung	39
2.3.1 Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl nach ALBERS et al. (2014; 2015b; Reiß <i>et al.</i> , 2016)	39
2.3.2 Auswahl von Entwicklungsmethoden nach BAVENDIEK et al. (2014)	40
2.3.3 Ansatz zur Methodenadaptation nach BRAUN und LINDEMANN (2004)	42
2.3.4 Ansatz für einen modularen Prozessbaukasten nach PONN et al. (2004; 2005; Ponn, 2007)	43
2.3.5 Adaptive Produktentwicklungsmethodik nach MEIßNER et al. (2006a, 2006b; 2005)	45

2.3.6	Adapierbarer Entwicklungsprozess für die Mechatroniksystementwicklung nach HOLLAUER et al. (2017a; 2017b; 2018)	47
2.3.7	Weitere adaptive Prozesse	48
2.4	Vergleich der Ansätze für adaptive Entwicklungs-prozesse.....	50
2.4.1	Anwender des Ansatzes.....	51
2.4.2	Zeitpunkt und Häufigkeit der Anwendung des Ansatzes	52
2.4.3	Berücksichtigte Prozesselemente des Ansatzes	54
2.4.4	Struktur bzw. Aufbau des Ansatzes	55
2.4.5	Berücksichtigte Einflüsse für die Adaption des Ansatzes.....	57
2.4.6	Freiheitsgrade des Ansatzes	59
2.4.7	Fazit zum Vergleich der Ansätze für adaptive Entwicklungsprozesse ..	61
3	Zielsetzung und Vorgehensweise	65
3.1	Zielsetzung	65
3.1.1	Forschungslücke	65
3.1.2	Forschungsbedarf	66
3.1.3	Forschungsthese	69
3.1.4	Forschungsfragen	69
3.2	Vorgehensweise	70
3.2.1	Methodische Vorgehensweise nach DRM	70
3.2.2	Empirische Methoden	72
3.2.3	Untersuchungsumgebungen	81
4	Synthese von Prozessanforderungen	85
4.1	Studiendesign und Entwicklungskontext der empirischen Erhebung	86
4.2	Anwendung von Prozessen in Vorentwicklungsprojekten am Beispiel der AUDI AG 90	
4.3	Heterogenität von Vorentwicklungsprojekten und Einfluss auf Prozessgestaltung	93
4.3.1	Untersuchung des Einflusses des zentralen Endergebnisses auf die Prozessgestaltung.....	103
4.3.2	Untersuchung des Einflusses der Entwicklungsumfänge auf die Prozessgestaltung.....	106
4.3.3	Untersuchung des Einflusses der Anzahl externer Parteien auf die Prozessgestaltung.....	110
4.3.4	Kontextabhängigkeit der Vorentwicklungsaktivitäten.....	114
4.4	Prozessanforderungen in Vorentwicklungs-projekten am Beispiel der AUDI AG 115	

4.5	Diskussion der empirischen Untersuchung von automobilen Vorentwicklungsprojekten	117
4.6	Fazit zu Prozessanforderungen in Vorentwicklungsprojekten am Beispiel der AUDI AG	118

5 Ansatz zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess

Baukästen	121	
5.1	Modell des SOLL-Prozess Baukastens.....	121
5.1.1	Definition und Einordnung	123
5.1.2	Prozesselemente und Prozessmodule.....	124
5.1.3	Abhängigkeiten der Prozessmodule	126
5.2	Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen.....	127
5.2.1	Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse	129
5.2.2	Methode für die organisationspezifische Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen.....	133
5.2.3	Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen	139

6 Evaluation des entwickelten Ansatzes.....151

6.1	Evaluation des entwickelten Ansatzes im Live-Lab IP - Integrierte Produktentwicklung	153
6.1.1	Beschreibung der Live-Lab Studien	153
6.1.2	Realisierung und Anwendung des Ansatzes im Live-Lab IP	155
6.1.3	Evaluation des Ansatzes im Live-Lab IP	171
6.1.4	Diskussion der Studie	175
6.2	Evaluation des entwickelten Ansatzes in Vorentwicklungsprojekten der AUDI AG	177
6.2.1	Beschreibung der Anwendungsstudien bei der AUDI AG.....	177
6.2.2	Realisierung und Anwendung des Ansatzes für Vorentwicklungsprojekte der AUDI AG	180
6.2.3	Evaluation des Ansatzes für Vorentwicklungsprojekte der AUDI AG	197
6.2.4	Diskussion der Studie	204
6.3	Evaluation des Ansatzes in einem Teilprojekt für vollautomatisiertes Fahren	207
6.3.1	Beschreibung der Transferstudie	207
6.3.2	Realisierung und Anwendung des Ansatzes für das Teilprojekt	208
6.3.3	Evaluation des Ansatzes für das Teilprojekt	211
6.3.4	Diskussion der Studie	212

6.4	Evaluation des entwickelten Ansatzes durch Prozessautoren	213
6.4.1	Beschreibung der Interviewstudie mit Prozessautoren	213
6.4.2	Evaluation des Ansatzes durch Prozessautoren.....	214
6.4.3	Diskussion der Studie	215
7	Diskussion	217
8	Zusammenfassung und Ausblick	225
8.1	Zusammenfassung	225
8.2	Ausblick.....	229
	Literaturverzeichnis	XXV
	Anhang.....	XLV
A:	Betrachtete Literatur zur Identifikation der Prozessmerkmale.....	XLV
B:	Fragebogen für die empirische Untersuchung von Prozessen und Methoden in automobilen Vorentwicklungsprojekten	XLVI
C:	56 Sub-Aktivitäten des SOLL-Prozess Baukasten für Live-Lab IP	LVI
D:	94 Deliverables des SOLL-Prozess Baukasten für automobile Vorentwicklungsprojekte.....	LXI
E:	208 Sub-Aktivitäten des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsprojekte.....	LXVII
F:	Interviewleitfaden der Anwendungsstudie für die Evaluation des Ansatzes für automobile Vorentwicklungsprojekte	LXXXII
G:	Ergebnisse der Experteninterviews für die Anwendung und Evaluation des SOLL- Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG.....	LXXXII
	PL01 (2019).....	LXXXII
	PL02 (2020).....	LXXXIII
	PL03 (2019).....	LXXXIV
	PL04 (2020).....	LXXXV
	PL05 (2020).....	LXXXVI
	PL06 (2019).....	LXXXVII
	PL07 (2019).....	LXXXVIII
	PL08 (2020).....	LXXXIX
	PL09 (2020).....	LXXXIX
	PL10 (2020).....	XC
	PL11 (2020).....	XCI
	PL12 (2020).....	XCII
	PL13 (2020).....	XCIII
	PL14 (2020).....	XCIV

PL15 (2020)	XCV
PL16 (2020)	XCV
PL17 (2020)	XCVI
PL18 (2020)	XCVII
PL19 (2020)	XCVIII
PL20 (2020)	XCIX
PL21 (2020)	C
H: Ergebnisse der Experteninterviews für die Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit Prozessautoren der AUDI AG, VW Pkw und Porsche AG	
PA1 (2020)	CII
PA2 (2020)	CIII
PA3 (2020)	CIII
PA4 (2020)	CIV

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Wesentliche Forschungsfelder der vorliegenden Arbeit	2
Abbildung 1.2:	Aufbau der vorliegenden Arbeit	4
Abbildung 2.1:	ZHO-Systemtripel nach ALBERS et al. (2011).....	5
Abbildung 2.2:	Sechs Granularitätsebenen nach Hales und Gooch (2004, S. 30)	14
Abbildung 2.3:	Beschreibungsmodell der Entwicklungssituation nach PONN und LINDEMANN (2006)	15
Abbildung 2.4:	Zusammenhang zwischen Entwicklungskontext, -situation und -umfeld	16
Abbildung 2.5:	Unterschiedliche Prozesstypen in der Produktentwicklung nach WILMSEN et al. (2020) basierend auf VDI 2221 (2019a) und ALBERS et al. (2016c).....	21
Abbildung 2.6:	Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221 1993 (Feldhusen & Grote, 2013)	27
Abbildung 2.7:	iPeM – integriertes Produktentstehungsmodell im Kontext der PGE – Produktgenerationsentwicklung nach ALBERS et al. (2016c).....	28
Abbildung 2.8:	Allgemeines Modell der Produktentwicklung nach VDI 2221 (2019a, S. 16)	32
Abbildung 2.9:	Münchener Vorgehensmodell (MVM) nach LINDEMANN (2009, S. 47)..	35
Abbildung 2.10:	Progressive Iterationsarten nach WYNN und ECKERT (2017, S. 15)	37
Abbildung 2.11:	Korrektive Iterationen nach WYNN und ECKERT (2017, S. 17)	38
Abbildung 2.12:	Koordinative Iterationen nach WYNN und ECKERT (2017, S. 18).....	38
Abbildung 2.13:	Auswahlkriterien zur Bewertung der Passung von Methoden nach REIß et al. (2016)	40
Abbildung 2.14:	Faktoren zur Auswahl von Entwicklungsmethoden im Methoden-Assistenz-System (Bavendiek <i>et al.</i> , 2014).....	41
Abbildung 2.15:	Kriterien für die Methodenanwendung nach BRAUN und LINDEMANN (2004)	43
Abbildung 2.16:	Ansatz zur Adaption des Entwicklungsprozesses nach MEIßNER & BLESSING (2006b)	46

Abbildung 2.17:	Methodik Entwurf für die Erhebung prozessualer Einflussfaktoren nach HOLLAUER et al. (2017b, S. 4)	48
Abbildung 3.1:	Eingrenzung der Forschungslücke der vorliegenden Arbeit.....	65
Abbildung 3.2:	Interpretation von DRM für die vorliegenden Arbeit.....	71
Abbildung 3.3:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Interviewstudie“ nach MARXEN (2014).....	73
Abbildung 3.4:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Fragebogen“ nach MARXEN (2014).....	74
Abbildung 3.5:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Live-Lab Studie“ nach ALBERS et al. (2018c)	75
Abbildung 3.6:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Inhaltsanalyse“ nach MARXEN (2014).....	76
Abbildung 3.7:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Fallstudie“ nach MARXEN (2014).....	77
Abbildung 3.8:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Retrospektives Protokoll“ nach MARXEN (2014)	78
Abbildung 3.9:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Denke laut“ nach MARXEN (2014).....	79
Abbildung 3.10:	Steckbrief zur Forschungsmethode „Teilnehmende Beobachtung“ nach MARXEN (2014).....	80
Abbildung 4.1:	Projektkategorien (links) basierend auf durchschnittlichen Entwicklungsumfängen (Mitte) (n=90) und Häufigkeit der Projektkategorien (rechts)	88
Abbildung 4.2:	A: Überarbeitungsbedarf des Vorentwicklungsprozesses (n=31); B: Implementierungsbedarf eines Vorentwicklungsprozesses (n=58); C: Probleme des Vorentwicklungsprozesses (n=90).....	90
Abbildung 4.3:	Untersuchte Vorentwicklungsaktivitäten bei der AUDI AG und Anteil der Befragten (n=90) die bei der Durchführung der jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten eine methodische Unterstützung benötigen oder methodische Probleme haben	92
Abbildung 4.4:	Anteile der Projekte (n=90), die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben	94
Abbildung 4.5:	Veranschaulichung des Schemas zur Berechnung der Differenzen der Prozessgestaltung von Ausprägung A und Ausprägung B	101

Abbildung 4.6:	Anteile der Projekte die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben, unterteilt nach dem zentralen Endergebnis der Projekte....	105
Abbildung 4.7:	Anteile der Projekte die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben, unterteilt nach Entwicklungsumfängen der Projekte	109
Abbildung 4.8:	Anteile der Projekte die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben, unterteilt nach der Anzahl externer Parteien der Projekte .	113
Abbildung 4.9:	A: Anforderungen an den Vorentwicklungsprozess (n=96); B: Anforderungen an ein Tool zur Unterstützung des Vorentwicklungsprozesses (n=96)	115
Abbildung 4.10:	Synthetisierte Anforderungen an Entwicklungsprozesse in automobilen Vorentwicklungsprojekten	119
Abbildung 5.1:	Modell des SOLL-Prozess Baukastens	122
Abbildung 5.2:	Einordnung des SOLL-Prozess Baukasten und der SOLL-Prozess Vorschläge	123
Abbildung 5.3:	Vorgehensmodell für die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen	128
Abbildung 5.4:	Methode für die Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse.....	130
Abbildung 5.5:	Methode für die unternehmensspezifische Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen	135
Abbildung 5.6:	Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und die Erstellung und Adaption eines SOLL-Prozesses	140
Abbildung 5.7:	Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und die Erstellung und Adaption des SOLL-Prozesses.	141
Abbildung 5.8:	Kontext-Modell und Auszug möglicher Kontext-Faktoren in Anlehnung an GERICKE et al. (2013).....	143
Abbildung 5.9:	Beispiel für Bewertung von Kontext-Faktoren in den Entwicklungssituationen t_0 und t_1 , sowie Auswirkungen auf den SOLL-Prozess	149
Abbildung 6.1:	Durchgeführte Studien zur Evaluation des entwickelten Ansatzes .	152
Abbildung 6.2:	Kontextspezifische Gestaltung des SOLL-Prozess Baukastens für das Live-Lab IP.....	156

Abbildung 6.3:	Durchführung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukasten für das Live-Lab IP	157
Abbildung 6.4:	Sub-Aktivitäten zur Entwicklung von Produktprofilen	159
Abbildung 6.5:	Auszug der Sub-Aktivitäten aus der Konzipierungsphase im Live-Lab IP	160
Abbildung 6.6:	Auszug der Prozessmuster der Sub-Aktivitäten für die Potentialfindung im Live-Lab IP	162
Abbildung 6.7:	Auszug der Prozessmuster der Sub-Aktivitäten für die Konzipierung im Live-Lab IP	163
Abbildung 6.8:	Durchführung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration eines SOLL-Prozess Vorschlags und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen im Live-Lab IP	165
Abbildung 6.9:	Reihenfolge der Sub-Aktivitäten für die Entwicklung von Produktprofilen im Live-Lab IP	167
Abbildung 6.10:	Auszug der Workshop Unterlagen der Testgruppe für die Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses im Live-Lab IP 2019/20	168
Abbildung 6.11:	Auszug eines initialen SOLL-Prozesses eines Teams der Testgruppe	169
Abbildung 6.12:	Auszug eines initialen SOLL-Prozesses eines Teams der Kontrollgruppe	170
Abbildung 6.13:	Ergebnisse der Befragung in IP 2019/20 nach der Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses mit der Testgruppe (n=17) und der Kontrollgruppe (n=14).....	172
Abbildung 6.14:	Durchführung der Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse für automobiler Vorentwicklungsprojekte der AUDI AG	181
Abbildung 6.15:	Kontextspezifische Gestaltung des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte bei der AUDI AG	184
Abbildung 6.16:	Durchführung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik bei der AUDI AG	185
Abbildung 6.17:	Anzahl der Sub-Aktivitäten (x-Achse), die in x Prozessmodellen (y-Achse) eingesetzt wurden mit $x \in 1, 2, \dots, 21$	190

Abbildung 6.18:	Durchführung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration eines SOLL-Prozess Vorschlags und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen für automobile Vorentwicklungsprojekte	195
Abbildung 6.19:	Ergebnisse der Befragung nach den Anwendungsstudien für VE-Projekte	198
Abbildung 6.20:	Stärken und Schwächen des Ansatzes basierend auf semistrukturierten Experteninterviews während der Anwendungsstudie	203
Abbildung 6.21:	Anzahl der Verbesserungsvorschläge je Kategorie (oben) und häufigste Verbesserungsvorschläge (unten)	204
Abbildung 6.22:	Realisierung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration eines SOLL-Prozess Vorschlags und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen in der zweiten Fallstudie	209

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Definitionen von Baukasten, Modul, Plattform und Hut, und Baureihe	17
Tabelle 2.2:	Prozessmerkmale und zugehörige Ausprägungen (Jäckle, 2019)	22
Tabelle 2.3:	Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich des Anwenders	51
Tabelle 2.4:	Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich des Zeitpunktes und der Häufigkeit der Anwendung	53
Tabelle 2.5:	Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der berücksichtigten Prozesselemente	55
Tabelle 2.6:	Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der Struktur bzw. dem Aufbau	57
Tabelle 2.7:	Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der Einflussgrößen für die Adaption	58
Tabelle 2.8:	Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der Freiheitsgrade	59
Tabelle 2.9:	Erforderliche Kriterien für den Ansatz für adaptive Entwicklungsprozesse.....	61
Tabelle 3.1:	Attributausprägungen der anvisierten Unternehmenspraxis und der Live-Lab Umgebung IP 2019/20.....	82
Tabelle 4.1:	Faktoren und zugehörige Ausprägungen A bis F mit möglichem Einfluss auf die Prozessgestaltung für Vorentwicklungsprojekte	95
Tabelle 4.2:	Teststatistik H und Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests der acht Faktoren zur Untersuchung signifikanter Unterschiede der IST-Prozesse mindestens einer Ausprägung	98
Tabelle 4.3:	Teststatistik H und Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Test der acht Faktoren zur Untersuchung signifikanter Unterschiede der Anwendungen der Vorentwicklungsaktivitäten mindestens einer Ausprägung	99
Tabelle 4.4:	Normierte Differenz DX, Y und normierte Heterogenität HY des Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „zentrales Endergebnis“	103

Tabelle 4.5:	Normierte Differenz DX, Y und normierte Heterogenität HY des Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „Entwicklungsumfänge“.....	106
Tabelle 4.6:	Normierte Differenz DX, Y und normierte Heterogenität HY des IST-Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „Anzahl externer Parteien“	110
Tabelle 4.7:	Prozessmerkmale und spezifische Ausprägungen basierend auf Anforderungen an den Entwicklungsprozess	120
Tabelle 5.1:	Auszug von Prozessmustern der Sub-Aktivitäten zur Entwicklung von Produktprofilen (Wilmsen <i>et al.</i> , 2019b).....	145
Tabelle 5.2:	Matrix für die Berechnung der Kostenfunktion K.....	146
Tabelle 5.3:	Pseudo-Code des Konfigurations-Algorithmus für die Minimierung der Kostenfunktion K.....	147
Tabelle 6.1:	Studien für die Anwendung und Evaluation des entwickelten Ansatzes in Live-Labs	154
Tabelle 6.2:	Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens für die Potentialfindung im Live-Lab IP	166
Tabelle 6.3:	Vergleich der SOLL-Prozesse des Live-Labs IP2019/20.....	174
Tabelle 6.4:	Studien für die Anwendung und Evaluation des entwickelten Ansatzes für automobiler Vorentwicklungsprojekte	179
Tabelle 6.5:	Übergeordneten Deliverables des SOLL-Prozess Baukastens für Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik	188
Tabelle 6.6:	Untersuchte Prozessmodelle für die Identifikation relevanter Sub-Aktivitäten für den SOLL-Prozess Baukasten für automobiler Vorentwicklungsprojekte	189
Tabelle 6.7:	Sub-Aktivitäten, die in mindestens acht der Prozessmodelle eingesetzt wurden	191
Tabelle 6.8:	Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik	196
Tabelle 8.1:	Erforderliche Kriterien für den Ansatz für flexible Prozesse	225

Abkürzungsverzeichnis

AIL	Agile Innovation Lab (IPEK Live-Lab)
AMD	Agile Method Development
ASD	Agile Systems Design
Audi	AUDI AG
DRM	Design Research Methodology
E/E	Elektrik / Elektronik
FB	Fachbereich
HMI	Human-Machine-Interaction
IP	Integrierte Produktentwicklung (IPEK Live-Lab)
IPEK	Institut für Produktentwicklung
iPeM	Integriertes Produktentstehungsmodell
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
KMU	Kleines oder mittleres Unternehmen
MBSE	Model-based Systems Engineering
OEM	Original Equipment Manufacturer
PGE	Produktgenerationsentwicklung
PL	Projektleiter
Porsche AG Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG	
ProVIL	Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor (IPEK Live-Lab)
SAE	Society of Automotive Engineers

SOP	Start of Production (dt. Produktionsstart)
SPALTEN	Akronym für eine Problemlösungsmethode: Situationsanalyse, Problemengrenzung, Alternative Lösungen, Lösungsauswahl, Tragweitenanalyse, Entscheiden und Umsetzen, Nachbereiten und Lernen
A-SPICE	Automotive System Process Improvement and Capability Determination
TS	Teilsystem
UX/UI	User Experience / User Interface
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VE	Vorentwicklung
VW	Volkswagen AG
VW Pkw	Volkswagen Pkw

Formelverzeichnis

i	Anzahl der Ausprägungen eines Faktors
j	Anzahl der Datenpunkte je Ausprägung
r_{ij}	Rang der i-ten Ausprägung und des j-ten Datenpunktes
\bar{r}_i	Mittlerer Rangwert einer Ausprägung i
\bar{r}	Mittlerer Rangwert aller Ausprägungen
N	Gesamtzahl aller Beobachtungen
H	Teststatistik des Kruskal-Wallis-Test
H_{krit}	Kritische Teststatistik aus Chi-Quadrat-Verteilung
Df	Anzahl der Freiheitsgrade
$x_{i,j}^{a,b}$	Differenz zweier Datenpunkte der Ausprägungen A und B
$D^{A,B}$	Normierte Differenz von Ausprägung A zu Ausprägung B
M	Menge der Ausprägungen
I	Anzahl der Ausprägungen
H^X	Normierte Heterogenität einer Ausprägung X zur Gesamtheit M
K	Kostenfunktion für die Konfiguration von n Prozessmodulen
n	Anzahl der relevanten Prozessmodule des jeweiligen Prozessmodultyps
$x_{i,j}$	Variable, die angibt, wie häufig das Prozessmodul i vor dem Prozessmodul j abgeschlossen wurde

1 Einleitung

Immer mehr große Unternehmen wie Ericson, Airbus oder Volvo Cars implementieren agile Frameworks, um ihre Produktentwicklung zu verbessern (Paasivaara *et al.*, 2018; Westerbuhr, 2020; Bergqvist & Gordani Shahri, 2018). Volvo Cars implementierte das Scaled Agile Framework (SAFe) im gesamten Unternehmen und konzentrierte sich auf die Grundwerte: Ausrichtung (eng. alignment), integrierte Qualität (eng. build-in quality), Transparenz (eng. transparency) und Programmausführung (eng. program execution) (Bergqvist & Gordani Shahri, 2018). Dabei implementierte Volvo Cars einen vierteljährlichen Planungsprozess, der jedoch den strengen Kalenderzyklen in der Automobilindustrie gegenübersteht (Denning, 2020). Dies ist einer der Hauptkonflikte für große Unternehmen, wenn sie agile Frameworks implementieren und dabei strenge Produktentwicklungsprozesse (PEP) haben, die eng mit den Kalenderzyklen verknüpft sind, so wie es insbesondere in der Automobilindustrie gängig ist (Denning, 2020). Um diesen Konflikt zu lösen, muss der Produktentstehungsprozess (PEP) ausreichend Flexibilität bieten, die eine agile Projektplanung sowie agile Arbeitsprinzipien ermöglicht. Daher wurden Prozessmodelle wie die VDI 2221 (2019a, 2019b) oder das iPeM-integrierte Produktentwicklungsmodell (Albers *et al.*, 2016b) erstellt, um Unternehmen ein adaptives Prozessrahmenwerk zu bieten. Somit können diese adaptiven Prozessrahmenwerke verwendet werden, um den PEP eines Unternehmens neu zu strukturieren und eine agile Projektplanung durch die kontext- und bedarfsspezifische Auswahl und Kombination von Produktentwicklungsaktivitäten zu ermöglichen. Diese adaptiven Prozessrahmenwerke sind sehr generisch, um den Anforderungen verschiedener Branchen gerecht zu werden. Jedoch bieten sie hierdurch keine sehr detaillierte Unterstützung für Projektleiter bei der Erstellung eines realistischen SOLL-Prozesses, d.h. eines Projektplans, der aus der Adaption des Referenzprozesses an die projektspezifischen Anforderungen resultiert (Wilmsen *et al.*, 2019b). Daher besteht Bedarf an einem Ansatz, der Projektmanager dabei unterstützt, einen realistischen SOLL-Prozess zu erstellen, der den Anforderungen des Entwicklungsprojektes gerecht wird und gleichzeitig die Anpassung des SOLL-Prozesses an sich ändernde Projektbedingungen ermöglicht, um eine agile Projektplanung zu ermöglichen. Aufgrund der Komplexität heutiger Produkte und damit auch des PEPs kann ein solcher Ansatz zu großen Aufwänden für das Prozessmanagement führen und zu einer divergierenden Qualität der SOLL-Prozesse bedingen. Um diese Probleme zu vermeiden, kann das Prozessmanagement durch die Verwendung von Standardisierungsme-

thoden wie Baukästen durch die Vereinheitlichung und Wiederverwendung von Prozesselementen vereinfachen und den Projektleitern können maßgeschneiderte SOLL-Prozess Vorschläge bereitgestellt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Entwicklung und Anwendung sogenannter SOLL-Prozess Baukästen untersucht. Dafür wird zunächst die Motivation dargelegt, der Fokus der Arbeit präzisiert und der Aufbau der Arbeit erläutert.

1.1 Fokus der Arbeit

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der Entwicklung und Anwendung von sogenannten SOLL-Prozess Baukästen, um Projektleiter bei der Erstellung realistischer SOLL-Prozesse zu unterstützen. Hierdurch soll eine Hilfestellung, insbesondere für Organisationseinheiten mit heterogenen Entwicklungsprojekten und einem hohen Maß an Planungsunsicherheit entwickelt werden. Basierend auf einer Vorstudie, konnten automobiler Vorentwicklungsabteilungen als Organisationseinheiten mit einem hohen Maß an Unsicherheiten und heterogenen Entwicklungsprojekten identifiziert werden. Daher fokussiert sich die vorliegende Arbeit auf die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen in der automobilen Vorentwicklung. In Abbildung 1.1 sind die, für die vorliegende Arbeit wesentlichen Forschungsfelder abgebildet.

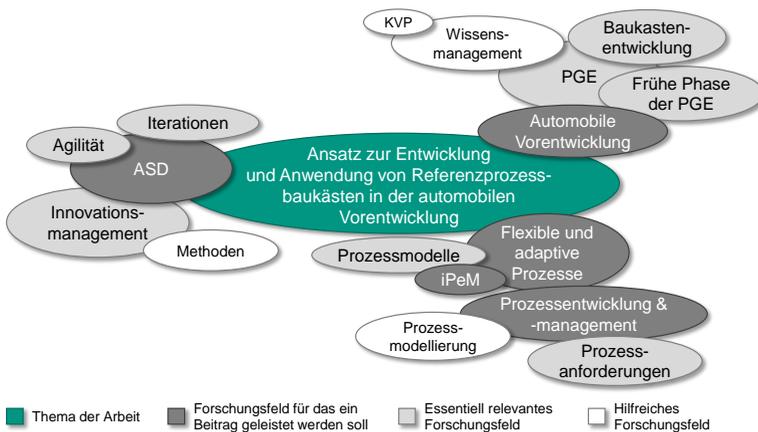


Abbildung 1.1: Wesentliche Forschungsfelder der vorliegenden Arbeit¹

¹ Darstellungsform nach Blessing & Chakrabarti (2009).

Im Zuge dieser Arbeit wird insbesondere ein Beitrag zu den Forschungsfeldern Agile Produktentwicklung, Produktentwicklungsprozesse und der PGE - Produktgenerationsentwicklung geleistet. Im Bereich der agilen Produktentwicklung sind vor allem das agile Projektmanagement und agile Frameworks, wie ASD- Agile Systems Design, essentiell relevante Forschungsfelder. Im Bereich der Produktentwicklungsprozesse, wird ein Beitrag zu den Forschungsfeldern adaptive Entwicklungsprozesse², sowie der Prozessentwicklung und dem Prozessmanagement geleistet. Zudem stellen adaptive Prozess Rahmenwerke, wie die VDI 2221, und Prozessanforderungen essentiell relevante Forschungsfelder der vorliegenden Arbeit dar. Ergänzend hierzu stellen im Bereich des Forschungsfeldes PGE die frühe Phase der PGE, sowie die Standardisierung und die Baukastenentwicklung essentiell relevante Forschungsfelder dar.

1.2 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Forschungsarbeit gliedert sich in acht Kapitel, die in Abbildung 1.2 dargestellt sind. Die Inhalte der Kapitel werden nachfolgend kurz vorgestellt.

In Kapitel 2 wird der Stand der Forschung zu den zuvor dargelegten Forschungsfeldern vorgestellt. Hierfür werden zunächst die relevanten Grundlagen der Produktentwicklung, wie die PGE, die frühe Phase der Produktentwicklung, Agilität und ASD, der Entwicklungskontext und die Entwicklungssituation, sowie Standardisierungsmethoden dargelegt. Anschließend wird auf die Prozesse der Produktentwicklung näher eingegangen. Hierbei stehen vor allem die unterschiedlichen Typen von Prozessmodellen, Prozessmerkmale und Prozessanforderungen, unterschiedliche Meta-Modelle und adaptive Prozess Rahmenwerke im Fokus. Anschließend werden unterschiedliche adaptive Prozesse in der Produktentwicklung vorgestellt, detailliert analysiert und nachfolgend gegenübergestellt und verglichen.

In Kapitel 3 wird die Zielsetzung und der Anwendungsbereich der vorliegenden Arbeit basierend auf dem Forschungsbedarf präzisiert. Hierzu wird eine Forschungsthese und drei Forschungsfragen formuliert. Weiterführend werden die Vorgehensweise und die eingesetzten empirischen Methoden der vorliegenden Arbeit dargelegt.

² Adaptive Entwicklungsprozesse sind Prozesse, deren Prozessarchitektur eine Anpassung der Prozessinhalte oder des Prozessablaufes an den vorherrschenden Entwicklungskontext vor sieht.

1	Einleitung	Motivation | Fokus der Arbeit | Aufbau der Arbeit
2	Stand der Forschung	Grundlagen der Produktentwicklung | Prozesse in der Produktentwicklung
3	Zielsetzung & Vorgehensweise	Forschungsbedarf | Zielsetzung | Vorgehensweise
4	Anforderungen an Vorentwicklungsprozess	Empirische Untersuchung von Prozessen und Methoden in der automobilen Vorentwicklung (VE)
5	Ansatz für SOLL-Prozess Baukasten	Modell des Referenzprozessbaukastens | Vorgehensweise zur Entwicklung und Anwendung von Referenzprozessbaukästen
6	Evaluation des Ansatzes	Live-Lab Studie | Fallstudie in automobiler VE | Fallstudie für Übertragbarkeit | Fallstudie mit Prozessautoren
7	Diskussion	Diskussion der Forschungsfragen | Einordnung in Stand der Forschung | Wissenschaftlicher Beitrag der Arbeit
8	Zusammenfassung & Ausblick	Zusammenfassung | Ausblick

Abbildung 1.2: Aufbau der vorliegenden Arbeit

In Kapitel 4 werden die Anforderungen an einen Entwicklungsprozess in der automobilen Vorentwicklung erhoben und präzisiert. Hierfür wird eine empirische Untersuchung von Prozessen und Methoden in der automobilen Vorentwicklung durchgeführt.

In Kapitel 5 wird der Ansatz zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen vorgestellt. In diesem Kapitel wird einerseits das Modell des SOLL-Prozess Baukastens spezifiziert und andererseits ein Vorgehensmodell für die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen vorgestellt.

Die Evaluation des entwickelten Ansatzes durch vier Evaluationsstudien wird in Kapitel 6 vorgestellt. Hierbei werden die Ergebnisse der Live-Lab Studie, der Fallstudie in der automobilen Vorentwicklung, sowie der Fallstudie für die Evaluation der Übertragbarkeit und der Fallstudie mit Prozessautoren vorgestellt.

Anschließend werden die Ergebnisse und Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit in Kapitel 7 diskutiert und in den Stand der Forschung eingeordnet. Hierdurch kann der wissenschaftliche Beitrag der vorliegenden Arbeit synthetisiert werden.

Abschließend wird in Kapitel 8 die Forschungsarbeit zusammengefasst und ein Ausblick auf weiterführende Forschungsarbeiten gegeben.

2 Grundlagen und Stand der Forschung

Im Stand der Forschung werden zunächst in Abschnitt 2.1 die Grundlagen der Produktentwicklung erläutert. Anschließend werden in Abschnitt 2.2 die unterschiedlichen Prozesse in der Produktentwicklung, mit einem Schwerpunkt auf flexiblen Prozessen in der Produktentwicklung vorgestellt.

2.1 Grundlagen der Produktentwicklung

Die Produktentwicklung ist ein interdisziplinärer Unternehmensprozess, bei dem ein marktfähiges Produkt entwickelt wird (VDI 2221, 2019a). Diese Entwicklung basiert auf der Definition initialer Ziele und Anforderungen an das zukünftige Produkt, welche während des Produktentwicklungsprozesses iterativ weiterentwickelt werden (VDI 2221, 2019a). Die Produktentwicklung stellt eine Phase der Produktentstehung dar und wird nach der Produktplanung und vor der Produktionseinführung durchgeführt (VDI 2221, 2019a). Mit Hilfe der Systemtheorie lässt sich die Produktentwicklung als Transformation eines Zielsystems in ein Objektsystem durch ein Handlungssystem beschreiben (Ropohl, 2009; Albers, 2010). Dabei umfasst das Zielsystem alle Anforderungen, Rahmenbedingungen und Ziele des Entwicklungsvorhabens, sowie deren Abhängigkeiten und wird kontinuierlich angepasst und konkretisiert (Albers, 2010). Das Objektsystem umfasst alle Artefakte, z.B. Dokumentationen, Teilsysteme, Validierungssysteme, die während der Produktentwicklung basierend auf dem Zielsystem erzeugt werden (Albers, 2010). Das Handlungssystem ist ein sozio-technisches System (Ropohl, 2009), welches sowohl die verfügbaren Projektressourcen, z.B. Mitarbeiter, Budget, als auch strukturierte Aktivitäten, z.B. Methoden und Prozesse umfasst (Albers, 2010). Wie in Abbildung 2.1 dargestellt, ergibt sich durch den Einsatz von Analyse und Synthese Aktivitäten ein kontinuierlicher Prozess der Informationsgewinnung und Entscheidungsfindung, wodurch die Unsicherheit innerhalb des Entwicklungsprojektes kontinuierlich reduziert wird (Albers *et al.*, 2011).

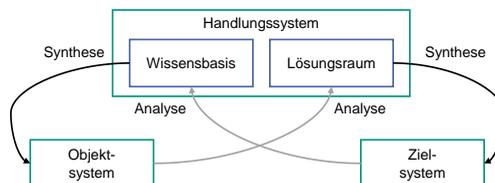


Abbildung 2.1: ZHO-Systemtripel nach ALBERS et al. (2011)

In den nachfolgenden Abschnitten werden grundlegende Aspekte der Produktentwicklung näher beschrieben, die den Ausgangspunkt für die Ergebnisse dieser Arbeit darstellen. Das Modell der PGE – Produktgenerationsentwicklung (Abschnitt 2.1.1) wurde als geeignetes Beschreibungsmodell und somit als Grundlage für die vorliegende Arbeit ausgewählt. Ausschlaggebend hierfür ist die aktive Einbeziehung von bestehendem Wissen, in Form des Referenzsystems, um davon ausgehend eine neue Produktgeneration zu entwickeln. Insbesondere die Frühe Phase der Produktentwicklung zeichnet sich durch eine hohe Unsicherheit aus und bedarf einer speziellen methodischen Unterstützung (Abschnitt 2.1.2). Aufgrund der erhöhten Planungsunsicherheit in dieser Phase der Produktentwicklung gewann der Einsatz von Agilität an Bedeutung (Abschnitt 2.1.3). Um Agilität erfolgreich in der Produktentwicklung zu verankern ist es erforderlich, dass die zugehörige methodische Unterstützung dem Entwicklungskontext angepasst ist und den Produktentwickler in seiner jeweiligen Entwicklungssituation bestmöglich unterstützt (Abschnitt 2.1.4). Abschließend werden die Grundlagen der Standardisierung von Produkten und unterschiedliche Produktstrukturstrategien in der Produktentwicklung vorgestellt (Abschnitt 2.1.5). Diese Grundlagen der Produktentwicklung sind als Basis für die anschließende Klärung des Forschungsgegenstandes erforderlich.

2.1.1 Modell der PGE – Produktgenerationsentwicklung

Das Modell der PGE – Produktgenerationsentwicklung nach ALBERS beschreibt die Entwicklung einer neuen Produktgeneration oder deren Varianten bzw. Derivate basierend auf einem Referenzsystem. Das Referenzsystem für die Entwicklung einer neuen Produktgeneration ist ein System, dessen Elemente ihren Ursprung in einem bereits existierenden oder geplanten soziotechnischen System haben. Zudem umfasst das Referenzsystem die Dokumentation, die mit den Referenzsystemelementen assoziiert wird und ist die Grundlage für die Entwicklung einer neuen Produktgeneration (Albers *et al.*, 2019e). Für die Entwicklung einer neuen Produktgeneration werden die jeweiligen Referenzsystemelemente, z.B. Teilsysteme oder Komponenten, angepasst (Übernahmevariation ÜV), in ihrer Ausprägung variiert (Ausprägungsvariation AV) oder in ihrem Lösungsprinzip variiert (Prinzipvariation PV) (Albers *et al.*, 2015a; Albers *et al.*, 2020). Bei der Übernahmevariation bleiben die Gestalt und das Lösungsprinzip des Teilsystems aus dem Referenzsystem unverändert (Albers *et al.*, 2017b, S. 17). Jedoch kann es bei der Integration des Teilsystems in das Gesamtsystem zu Anpassungen des Teilsystems kommen (Albers *et al.*, 2017b, S. 17). Diese Anpassungen beschränken sich meist auf die Änderung von Schnittstellen, um mit anderen Teilsystemen kompatibel zu sein. Bei der Übernahmevariation ist der Umfang an konstruktiven Änderungen minimal (Albers *et al.*, 2017b, S. 17). Trotz der minimalen konstruktiven Änderungen bei der Übernahmevariation, kann das Risiko hoch sein, da insbesondere die Abstimmung

der Schnittstellen mehrerer Teilsysteme ein technisches Risiko bergen kann. In Unternehmen werden Teilsysteme mit dieser Variationsart oftmals als carry over parts (COP) bezeichnet und sind wichtiger Bestandteil der sogenannten Gleichteilestrategie (Nobelius & Sundgren, 2002). Die Ausprägungsvariation ist neben der Prinzipvariation eine Möglichkeit der Neuentwicklung von Referenzsystemelementen. Hierbei wird das Lösungsprinzip des jeweiligen Referenzsystemelementes grundsätzlich beibehalten und lediglich die Ausprägung des Referenzsystemelementes verändert. Bei der Ausprägungsvariation werden die Werte ausgewählter Parameter variiert, um so ein passendes Teilsystem für die neue Produktgeneration zu entwickeln (Albers *et al.*, 2017b, S. 17; Albers *et al.*, 2020). Die Prinzipvariation ist die dritte Variationsart, bei der das Lösungsprinzip des Referenzsystemelementes für die neue Produktgeneration variiert wird. Eine Prinzipvariation bedingt immer auch eine Ausprägungsvariation, da mit einem neuen Lösungsprinzip auch die entsprechenden Parameter des Teilsystems verändert werden (Albers *et al.*, 2017b, S. 17–18). Basierend auf diesen drei Variationsarten können neue Produktgenerationen systematisch geplant werden. Es ist beispielsweise möglich, durch einen hohen Übernahmevariationsanteil Entwicklungszeiten und somit auch Kosten einzusparen und gleichzeitig durch den gezielten Einsatz von Gestalt- und Prinzipvarianteanteilen dem Kunden verbesserte Leistungs- oder neue Begeisterungsattribute zu bieten (Albers *et al.*, 2017b, S. 18).

Auf Basis der Variationsanteile einer neuen Produktgeneration kann der zugehörige Entwicklungsprozess geplant, kontrolliert und gesteuert werden (Albers *et al.*, 2017b, S. 18). Dabei stellt die Verifikation und Validierung der neuen Produktgeneration einen zentralen Bestandteil des Entwicklungsprozesses dar (Albers *et al.*, 2017a). Hierfür werden während des Entwicklungsprozesses sogenannte Entwicklungsgenerationen der neuen Produktgeneration iterativ definiert, realisiert und validiert (Albers *et al.*, 2017a; Albers *et al.*, 2019a). Eine Entwicklungsgeneration ist dabei definiert als ein zeitabhängiger Zustand der intendierten Kunden-, Anwender- und Anbieternutzen der neuen Produktgeneration (Albers *et al.*, 2018a). Die Anzahl und die zeitliche Einordnung der Entwicklungsgenerationen in den Produktentwicklungsprozess hängen stark vom Entwicklungsauftrag, wie auch dem Neuentwicklungsanteil der neuen Produktgeneration ab (Albers *et al.*, 2018a). Die Variationsanteile der neuen Produktgeneration haben dabei einen Einfluss auf die Produktentstehungsaktivitäten des Entwicklungsprozesses (Albers *et al.*, 2019d). So kann eine Variation ein bestimmtes Muster von Produktentstehungsaktivitäten bedingen (Albers *et al.*, 2019d). Diese Aktivitäten beziehen sich nicht nur auf den Entwicklungsprozess der Produktgeneration selbst, sondern auch auf die Entwicklungsprozesse der zugehörigen Validierungs- und Produktionssysteme, sowie die Strategieentwicklung des Unternehmens (Albers *et al.*, 2019d). Die Art der Variation

beeinflusst dabei direkt das Set an Produktentstehungsaktivitäten, das im Entwicklungsprozess geplant und durchgeführt wird (Albers *et al.*, 2019d). So bedingen beispielsweise die Gestalt- und Prinzipvariation größere Umfänge der Produktentstehungsaktivitäten „Prinzip und Gestalt modellieren“, sowie „Verifikation und Validierung“ (Albers *et al.*, 2019d).

2.1.2 Frühe Phasen in der Produktentwicklung

Die frühe Phase der Produktentwicklung ist von großer Bedeutung für den späteren Erfolg eines neuen Produktes (Verworn & Herstatt, 2007; Booz *et al.*, 1982; Cooper & Kleinschmidt, 1993). Die Entscheidungen, die hier getroffen werden haben einen großen Einfluss auf Kosten, Qualität und Entwicklungszeiten und sind daher maßgebend für den Erfolg oder Misserfolg eines Produktes (Albers *et al.*, 2016a, S. 2). Die frühe Phase der PGE ist definiert als Phase, „die mit der Initiierung eines Projektes beginnt und mit einer bewerteten technischen Lösung endet, die schließlich das initiale Zielsystem hinsichtlich seiner wesentlichen Elemente abdeckt“ (Albers *et al.*, 2017c, S. 4). Demnach umfasst die frühe Phase alle Aktivitäten beginnend mit dem ersten Impuls für eine neue Produktgeneration bis hin zu einer Entscheidung bezüglich der weiteren Entwicklung der Produktgeneration (Verworn & Herstatt, 2007, S. 8). Somit werden in der frühen Phase Probleme und ungenutzte Marktpotentiale identifiziert, analysiert und evaluiert, um anschließend Lösungen zu finden, zu spezifizieren und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit zu bewerten (Gassmann & Schweitzer, 2014, S. 4ff; Albers *et al.*, 2017c). Insbesondere das Erkennen und Adressieren von Anforderungen und Bedürfnissen der Kunden und Anwender ist ein Erfolgsfaktor in der frühen Phase (Ponn & Lindemann, 2011, S. 9; Albers *et al.*, 2018b). Aus unternehmerischer Perspektive sollte jedoch ebenfalls die Wirtschaftlichkeit der Leistungserbringung, sowie die Passung des Entwicklungsvorhabens zum Image und der Unternehmensstrategie sichergestellt werden (Großklaus, 2014, S. 1; Albers *et al.*, 2018b; Ponn & Lindemann, 2011, S. 9). Hieraus ergeben sich die drei Sichten des Anwenders, des Kunden, sowie des Anbieters auf das zu entwickelnde Produkt (Albers *et al.*, 2018b). Zu den Schlüsselfaktoren in der frühen Phase zählen die Unterstützung durch das Management, ein Konzept, das als klare Vision fungiert, ein interdisziplinäres Team, sowie ausreichend Ressourcen und ein innovationsförderndes Arbeitsklima (Großklaus, 2014, S. 21–22). Da es für Unternehmen oftmals schwer ist diese Schlüsselfaktoren im Tagesgeschäft durchgängig zu gewährleisten, gibt es in vielen Unternehmen eigenständige Abteilungen, die überwiegend an unsicherheitsbehafteten Projekten in einer frühen Phase arbeiten. In Unternehmen werden diese Abteilungen oft als Vorentwicklung oder Vorausentwicklung bezeichnet (Hilt *et al.*, 2016).

Analog zur Frühen Phase der Produktentwicklung haben die Aktivitäten der Vorentwicklung einen großen Einfluss auf den Erfolg neuer Produkte (Cooper, 1988). Folglich entscheidet sich oftmals der Erfolg einer neuen Produktgeneration bereits bevor das neue Entwicklungsprojekt die Serienentwicklung erreicht (Cooper, 1988). Die Hauptaktivitäten in der Vorentwicklung sind die Generierung von Lösungsideen, die Erarbeitung einer Produktdefinition, sowie die Bewertung und Evaluation des Entwicklungsprojektes (Murphy & Kumar, 1996). Demnach ist das Ziel der Vorentwicklung die technische Umsetzbarkeit von neuen Produktideen zu verifizieren, sowie die Relevanz und Einsetzbarkeit neuer Forschungsergebnisse im Unternehmen abzuschätzen (Schröder, 2010). Die Hauptaufgabe der Vorentwicklung ist die Reduzierung des Risikos für die Serienentwicklung, durch die Verifikation und Validierung neuer Produktideen (Hilt *et al.*, 2016) oder Produktkonzepte (Schröder, 2010). Die Ergebnisse der Vorentwicklung müssen einen ausreichenden Reifegrad aufweisen, damit die Serienentwicklung problemlos auf den Ergebnissen aufbauen kann (Schröder, 2010). In der Regel beziehen Vorentwicklungsprojekte eine separate Finanzierung, unabhängig von Serienentwicklungsprojekten und werden meist als „stand-alone“ Projekte in eigenen Abteilungen durchgeführt (Hilt *et al.*, 2016). Die Vorentwicklung fokussiert sich oftmals auf die Entwicklung einzelner Teilsysteme oder Funktionalitäten einer neuen Produktgeneration. Daher ist es möglich, dass Vorentwicklungsaktivitäten parallel zum Serienentwicklungsprozess derselben Produktgeneration durchgeführt werden (Albers *et al.*, 2017c). Die Erfolgsfaktoren einer florierenden Vorentwicklung sind ein ausgewogenes Portfolio, ein definiertes und durchführbares Prozessmodell, sowie eine organisatorische Unabhängigkeit (Schröder, 2010).

2.1.3 Agilität in der Produktentwicklung

Agilität ist im Allgemeinen definiert als „die Gewandtheit, Wendigkeit oder Beweglichkeit von Organisationen und Personen bzw. in Strukturen und Prozessen“ (Bendel, 2019). Bezogen auf die Produktentwicklung ist Agilität die Fähigkeit einer Organisation oder einer Person auf neue Anforderungen und unvorhergesehene Ereignisse flexibel zu reagieren. In den letzten Jahrzehnten gewannen agile Ansätze vor allem in der Softwareentwicklung an Bedeutung. Die Agile Allianz stellte 2001 vier Werte auf, die als Grundlage der agilen Entwicklung fungieren (Fowler & Highsmith, 2001, S. 2):

- Das Individuum und Interaktionen stehen über Prozessen und Tools
- Funktionierende Software steht über einer verständlichen Dokumentation
- Zusammenarbeit mit dem Kunden steht über Vertragsverhandlungen
- Auf Veränderungen reagieren steht über dem Befolgen eines Plans

Durch Methoden wie Scrum, Kanban oder Design Thinking verbreitete sich Agilität schnell und fand ebenfalls in der Produktentwicklung mechatronischer Systeme Einzug. Im Kontext der vorliegende Arbeit wird die nachfolgende Definition von Agilität in der Produktentwicklung genutzt (Albers *et al.*, 2019b):

„Agilität - basierend auf dem Verständnis des ZHO-Systemtripels - ist die Fähigkeit eines Handlungssystems, die Gültigkeit eines Projektplans hinsichtlich der Planungsstabilität der Elemente im ZHO-Triple kontinuierlich zu überprüfen, zu hinterfragen und bei Vorliegen einer ungeplanten Informationskonstellation eine situations- und bedarfsgerechte Anpassung der Sequenz aus Synthese- und Analyseaktivitäten umzusetzen, wodurch der Kunden-, Anwender- und Anbieternutzen zielgerichtet erhöht werden.“ (Albers *et al.*, 2019b)

In der Produktentwicklung werden agile Ansätze oftmals eingesetzt, um den Umgang mit Wandel und Unsicherheiten zu verbessern und um Produkte mit einem optimalen Kundenwert zu generieren (Atzberger *et al.*, 2020). Es ergibt sich jedoch das Problem, dass die Prinzipien agiler Methoden der Softwareentwicklung nur teilweise passend für die Produktentwicklung sind (Schrof *et al.*, 2018). Als hilfreiche Prinzipien gelten die inkrementelle Entwicklung, einfaches Design / kein Over Engineering, sowie Kommunikation und Transparenz (Schrof *et al.*, 2018). Dementsprechend wendet nur eine Minderheit der Projekte agile Methoden nach Lehrbuch an, sondern adaptiert die agilen Methoden an den jeweiligen Entwicklungskontext (Atzberger *et al.*, 2020). Folglich ist es notwendig bestehende Prinzipien agiler Methoden für den Einsatz in der agilen Produktentwicklung zu reorganisieren, um zu priorisieren oder neue Prinzipien zu entwickeln (Schrof *et al.*, 2018). Demnach bedarf es einer situations- und bedarfsgerechten Unterstützung für die agile Entwicklung mechatronischer Systeme. Diesen Bedarf adressiert der ASD – Agile Systems Design Ansatz, der nachfolgend näher beschrieben wird.

Der ASD – Agile Systems Design Ansatz unterstützt Organisationseinheiten, Teams oder Entwickler bei der Adaption flexibler und strukturierender Elemente, z.B. Prozesselemente, für die agile Produktentwicklung. Der ASD Ansatz wurde als Grundlage für die vorliegende Arbeit gewählt, da er sich nicht ausschließlich auf den Einsatz flexibler Elemente fokussiert, sondern flexible und strukturierende Elemente kombiniert, um so dem Bedarf der vorherrschenden Entwicklungssituation gerecht zu werden. Hierfür gelten die nachfolgenden neun Grundprinzipien des ASD Ansatzes (Albers *et al.*, 2019c):

- **Der Mensch steht im Zentrum der Produktentwicklung:** Der Entwickler ist elementarer Bestandteil des Handlungssystems und trägt durch sein Können und Wissen der Formulierung von Zielen, sowie der Überführung

dieser in geeignete Objekte bei. Daher ist es notwendig den Entwickler bei der Durchführung seiner Aktivitäten bestmöglich zu unterstützen und die eingesetzten Prozesse, Methoden und Tools an seine Kompetenzen, Kreativität, sowie Bedarfe und kognitiven Fähigkeiten anzupassen. (Albers *et al.*, 2019c)

- **Jeder Produktentstehungsprozess ist einzigartig und individuell:** Da in der Praxis keine zwei komplett identischen Entwicklungsprojekte vorhanden sind, existiert kein Produktentstehungsprozess, der für zwei oder mehr Entwicklungsprojekte gültig sein kann. Jedoch weisen die unterschiedlichen Prozesse je nach Kontext, z.B. Branche, Abteilung, Team, ähnliche oder sogar gleiche Prozesselemente, wie beispielsweise generische Aktivitäten (inhaltlich wiederkehrend) oder Phasen (zeitlich wiederkehrend) auf. Daher ist es zwar möglich generische Prozessmodelle, welche für mehrere Projekte gültig sind, aufzustellen, jedoch bedarf es hierbei noch einer Anpassung der Prozesse und Methoden an die jeweilige Situation. (Albers, 2010; Albers *et al.*, 2019c)
- **Agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente:** Entwicklungsteams können durch strukturierende und standardisierte Prozesselemente bei der Orientierung in komplexen Situationen unterstützt werden. Gleichzeitig ist es notwendig in komplexen Situationen auf unvorhergesehene Ereignisse flexibel zu reagieren. Daher birgt eine situations- und bedarfsgerechte Kombination flexibler und strukturierender Prozesselemente die Möglichkeit einerseits reaktionsfähig hinsichtlich Änderungen zu sein und andererseits fokussiert definierte Entwicklungsziele zu erreichen. Hierfür ist eine kontinuierliche Überprüfung der Entwicklungssituation erforderlich, um ein entsprechendes Vorgehen auszuwählen und zu befolgen. (Albers *et al.*, 2019c)
- **Jedes Prozesselement lässt sich im ZHO-Systemtripel verorten und jede Aktivität basiert auf den Grundoperatoren Analyse und Synthese:** Jeder Produktentstehungsprozess ist aus wiederkehrenden Zyklen aus Analyse- und Syntheseaktivitäten aufgebaut. Hierbei überführt der Entwickler als Teil des Handlungssystems das Zielsystem in das Objektsystem. Daher lässt sich jedes Prozesselement dem ZHO-Systemtripel zuordnen und alle Aktivitäten basieren auf einer Analyse- oder Synthesetätigkeit. (Albers *et al.*, 2019c)

- **Alle Aktivitäten der Produktentwicklung sind als Problemlösungsprozess zu verstehen:** Eine Abweichung des IST- und des SOLL-Zustandes gilt in der Produktentwicklung als Problemsituation und löst die Durchführung von entsprechenden Aktivitäten aus. Für die Überführung des IST-Zustandes in den SOLL-Zustand werden Problemlösungsprozesse genutzt, wodurch alle Aktivitäten in der Produktentwicklung als Problemlösungsprozess zu verstehen sind. (Albers *et al.*, 2019c)
- **Jedes Produkt wird auf Basis von Referenzen entwickelt:** Jedes Produkt kann als System betrachtet werden und basiert auf mehreren Teilsystemen, meist unterschiedlicher Referenzprodukte, welche im Referenzsystem konsolidiert sind³. (Albers *et al.*, 2019c)
- **Produktprofile, Invention und Markteinführung bilden die notwendigen Bestandteile des Innovationsprozesses:** Die Grundlage eines erfolgreichen Produktes stellt das Identifizieren einer geeigneten Bedarfssituation am anvisierten Markt dar. Hiervon können mögliche Anwender-, Kunden- und Anbieternutzen abgeleitet werden und mit Hilfe von Produktprofilen modelliert werden. Die Findung geeigneter technischer Lösungsideen, sowie deren Konzipierung und Realisierung mündet in einer Invention, welche durch den Vertrieb und Marketing auf den Zielmärkten eingeführt werden. Werden diese Aktivitäten optimal durchgeführt, so stellt sich ein Markterfolg ein und das Produkt kann retrospektiv als Innovation bezeichnet werden. (Albers *et al.*, 2019c)
- **Frühe und kontinuierliche Validierung dient dem kontinuierlichen Abgleich zwischen Problem und dessen Lösung:** Die Validierung stellt eine zentrale Aktivität im Produktentstehungsprozess dar und ist vor allem für komplexe Systeme von großer Bedeutung. Durch eine frühe Validierung können Unsicherheiten bereits früh reduziert werden, um so das Entwicklungsrisiko zu senken. Zudem ermöglicht die kontinuierliche Validierung ein iteratives Vorgehen, wodurch das Entwicklungsrisiko ebenfalls sukzessive reduziert werden kann. (Albers *et al.*, 2019c)

³ Siehe auch Abschnitt 2.1.1

- **Für eine situations- und bedarfsgerechte Unterstützung in jedem Entwicklungsvorhaben müssen Denkweisen, Methoden und Prozesse skalierbar, adaptierbar und fraktal sein:** Neben einer variierenden Entwicklungssituation während eines Entwicklungsprojektes gibt es ebenfalls große Unterschiede des Entwicklungskontextes von Projekt zu Projekt. Beispielsweise differenzieren Projekte in ihrem Umfang, ihrer Größe oder ihrer strategischen Bedeutung. Demnach ist es erforderlich, dass Denkweisen, Methoden und Prozesse entsprechend des Entwicklungskontextes skalierbar sind, um so den Entwickler bestmöglich zu unterstützen. (Albers *et al.*, 2019c)

Der ASD Ansatz ermöglicht also eine situations- und bedarfsgerechte Anpassung der flexiblen und strukturierenden Elemente in agilen bzw. teilweise agilen Entwicklungsprojekten. Hierfür ist vor allem ein adäquates Verständnis des Entwicklungskontextes und der Entwicklungssituation erforderlich. Dies wird im nachfolgenden Abschnitt näher erläutert und definiert.

2.1.4 Entwicklungskontext und Entwicklungssituation

Der Begriff Kontext ist definiert als „Zusammenhang, in dem bestimmte Dinge stehen oder betrachtet werden müssen“ (Wiktionary). Nach GERICKE et al. ist der Entwicklungskontext die Summe der Kontext-Faktoren die einen Einfluss auf die Durchführung von Entwicklungsprojekten, -prozessen und -methoden haben (Gericke et al., 2013). Weiterführend stellen GERICKE et al. (2013) eine Liste von 239 Kontext-Faktoren vor, die einen Einfluss auf das Entwicklungsprojekt oder auf die Anwendung von Prozessen und Methoden haben. Demnach beeinflusst der Entwicklungskontext alle Analyse- und Syntheseaktivitäten zur Entwicklung eines Systems (Wilmsen et al., 2019a). Zudem wird durch die Kontext-Faktoren ebenfalls das zu entwickelnde System selbst, z.B. eine neue Produktgeneration, beeinflusst (Wilmsen et al., 2019a). Zur Strukturierung des Entwicklungskontextes haben HALES und GOOCH (2004, S. 30) ein Modell mit sechs Granularitätsebenen entwickelt. Die Ebenen sind in Abbildung 2.2 dargestellt und reichen von der personellen Ebene bis hin zum makroökonomischen Umfeld.

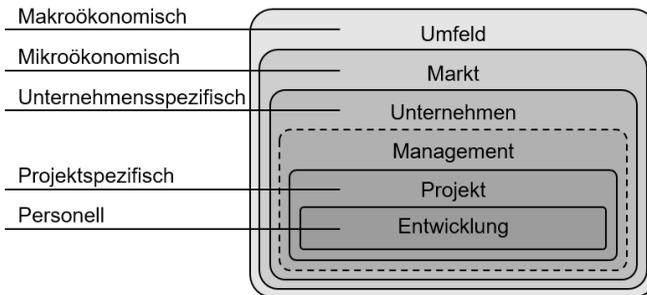


Abbildung 2.2: Sechs Granularitätsebenen nach Hales und Gooch (2004, S. 30)

Neben dem Entwicklungskontext wird das Kennen und Verstehen der Entwicklungssituation als entscheidend für die erfolgreiche Entwicklung und Anwendung von Entwicklungsprozessen und -methoden bewertet (Birkhofer et al., 2005). PONN und LINDEMANN (2006) entwickelten ein Beschreibungsmodell für Entwicklungssituationen, um Produktentwickler bei der Analyse ihrer Entwicklungssituation zu unterstützen. Das Beschreibungsmodell ist in Abbildung 2.3 dargestellt und umfasst unterschiedliche Faktoren des kurzfristigen, wie auch des mittelfristigen Entwicklungskontextes zur Beschreibung der Entwicklungssituation. Der kurzfristige Kontext umfasst die IST-Situation innerhalb des Entwicklungsprojektes, sowie die bevorstehende und

geplante Aktivität und die daraus resultierende SOLL-Situation. Der kurzfristige Kontext ist ein Teil des mittelfristigen Kontextes und steht in direkter Wechselwirkung mit dem Entwickler, bzw. dem Team und den Rahmenbedingungen. Der mittelfristige Kontext umfasst ebenfalls eine Aufgabe, welche einen direkten Einfluss auf die durchzuführende Aktivität hat. Durch die Durchführung der geplanten Aktivität wird ein Produkt erzeugt, welches wiederum Teil des mittelfristigen Kontextes ist. Ergänzend zu diesem Beschreibungsmodell stellen PONN und LINDEMANN (2006) Faktoren zur Beschreibung von Entwicklungssituationen vor. Dabei haben die vorgestellten Faktoren eine direkte Beziehung zum Entwicklungsprojekt, wie z.B. Produktkomplexität, Kosten, Qualität, verfügbares Wissen oder Projekteinschränkungen. (Ponn & Lindemann, 2006)

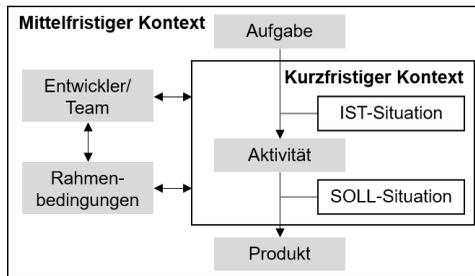


Abbildung 2.3: Beschreibungsmodell der Entwicklungssituation nach PONN und LINDEMANN (2006)

Es gibt verschiedene Beiträge, die Kontext-Faktoren untersuchen, die einen Einfluss auf Entwicklungsprozesse, sowie auf den Erfolg von Entwicklungsprojekten haben können. Zum Beispiel untersuchen DZIALLAS und BLIND (2019) 308 Innovationsindikatoren während des gesamten Innovationsprozesses. GERICKE et al. (2013) fassen 241 Kontext-Faktoren aus der Literatur zusammen und strukturieren diese mit Hilfe der zuvor eingeführten Granularitätsebenen nach HALES und GOOCH (2004, S. 30). PONN (2007) untersucht 42 Einflussfaktoren, um die Entwurfsituation und den Entwicklungskontext zu charakterisieren. GUERINEAU et al. (2018) synthetisieren 67 Einflussfaktoren als Grundlage für einen Ansatz zur Auswahl von Entwicklungsmethoden für die multidisziplinäre Produktentwicklung. Darüber hinaus haben KOBERG et al. (2003) den Einfluss von 36 Kontext-Faktoren auf den Erfolg von Innovationsprojekten untersucht.

Durch einen Vergleich⁴ der Kontext-Faktoren und der Situations-Faktoren aus der Literatur konnte eine größere Überschneidung der Faktoren, die den Entwicklungskontext und die Entwicklungssituation beschreiben festgestellt werden. Daraus konnte geschlossen werden, dass die Faktoren zur Beschreibung der Entwicklungssituation eine Teilmenge der Kontext-Faktoren darstellen. Demnach lässt sich, wie in Abbildung 2.4 abgebildet, die Entwicklungssituation als zeitabhängiger Ausschnitt der Kontext-Faktoren beschreiben, welche den Status und die direkten Randbedingungen des Entwicklungsprojektes charakterisieren.

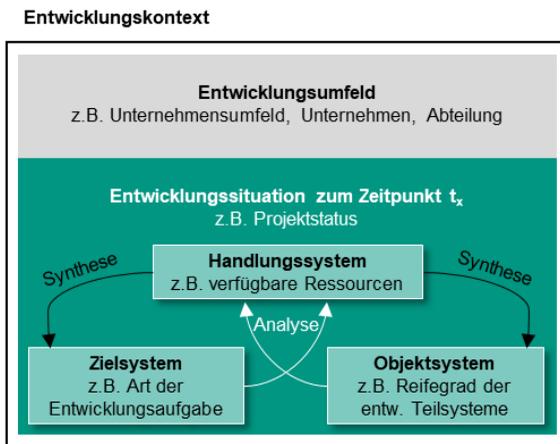


Abbildung 2.4: Zusammenhang zwischen Entwicklungskontext, -situation und -umfeld

Weiterführend lassen sich alle Faktoren zur Beschreibung der Entwicklungssituation mindestens einem System des ZHO-Systemtripels nach ROPHLE (2009, S. 89ff) zuordnen. Das ZHO-Systemtripel besteht aus dem Zielsystem, Handlungssystem, sowie dem Objektsystem und wird oftmals zur Beschreibung und Modellierung von Produktentwicklungsprojekten und -prozessen genutzt (Ropohl, 2009; Albers *et al.*, 2011).

⁴ Siehe Wilmsen *et al.*, 2019a

2.1.5 Standardisierung und Produktstrukturstrategien der Produktentwicklung

Vor allem in der Automobilindustrie konnte in den letzten Jahrzehnten ein Anstieg der Fahrzeugmodelle und Varianten verzeichnet werden. Beispielsweise hatte Audi 1980 fünf Modelle im Produktprogramm (Bratzel *et al.*, 2015, S. 65) und im Jahr 2017 waren es laut KBA⁵ 71 Fahrzeugmodelle (*Krafftahrt-Bundesamt - Marken, Hersteller*, 2020). Hierdurch kam es zu einem immensen Anstieg der Variantenvielfalt und somit einer erhöhten Produktkomplexität (Buchmüller, 2019, S. 33–34). Um diese Herausforderungen zu meistern nutzen viele Unternehmen Strategien und Methoden zur Standardisierung und Modularisierung. Zentrale Bestandteile hierfür sind Baukästen, Module, Plattformen und Baureihen, welche in der nachfolgenden Tabelle 2.1 definiert sind.

Tabelle 2.1: Definitionen von Baukasten, Modul, Plattform und Hut, und Baureihe

Begriff	Definition
Baukasten	„Menge aller technischen Subsysteme, die dem zugehörigen Regelwerk folgen, mit dem Ziel, aus diesen Subsystemen technische Systeme mit jeweils unterschiedlicher Menge aller Funktionen konfigurieren zu können.“ (VDI 2221, 2019a, S. 3)
Modul	„Technisches Subsystem, das sich durch andere technische Subsysteme ersetzen lässt, so dass die Menge aller Funktionen oder Attribute des technischen Systems variiert wird.“ (Albers <i>et al.</i> , 2015c; Bursac, 2016, S. 49)
Plattform und Hut	Eine Plattform ist die „Menge jener Subsysteme, die in unterschiedlichen technischen Systemen unverändert zum Einsatz kommen.“ (VDI 2221, 2019a, S. 5) „Der Hut hingegen umfasst die restlichen Subsysteme, die in den unterschiedlichen technischen Systemen die Menge aller Funktionen oder Attribute variieren.“ (Bursac, 2016, S. 51)
Baureihe	„Eine Baureihe bezeichnet mehrere technische Systeme, die eine ähnliche Produktarchitektur aufweisen. Die jeweiligen technischen Systeme unterscheiden sich dabei durch die Ausprägung einzelner Attribute, die durch Skalieren variiert werden.“ (Bursac, 2016, S. 52)

⁵ Kraftfahrt-Bundesamt

Basierend auf diesen Bestandteilen können Unternehmen verschiedene Produktstrukturstrategien verfolgen. Es lassen sich die Gleichmodulstrategie, Baureihen, die Modulbaukastenstrategie und die Plattformstrategie differenzieren (Krause & Gebhardt, 2018, S. 141):

- Die **Gleichmodulstrategie** beschreibt die systematische Mehrfachverwendung von identischen Modulen in verschiedenen Produkten des Produktprogramms. Hierdurch kann die interne Vielfalt reduziert werden und Skaleneffekte genutzt werden. (Krause & Gebhardt, 2018, S. 141)
- **Baureihen** beinhalten Komponenten, Module oder Produkte, die in fast allen Attributen identisch sind und sich nur in einem oder wenigen definierten Attributen differenzieren. Die Attribute, die in ihrer Ausprägung skaliert werden, dürfen jedoch nur größenbestimmende Maße sein, damit die Leistung des Moduls skaliert werden kann. Folglich teilen Baureihen ihre konstruktive Lösung, sowie die Funktionalitäten und im besten Fall den Fertigungsprozess. Das Prinzip der Baureihe kann entweder auf einzelne Module oder auf ein Gesamtprodukt angewendet werden. (Krause & Gebhardt, 2018, S. 144)
- Bei der **Modulbaukastenstrategie** wird eine Menge unterschiedlicher Module genutzt, um eine Vielfalt der Produktvarianten durch die Kombination der Module zu ermöglichen. Hierdurch können mit verhältnismäßig wenigen Modulen einer Produktfamilie, dem Kunden viele Produktvarianten geboten werden. Es ist ebenfalls möglich Module anderer Produktfamilien zu nutzen und zu kombinieren. (Krause & Gebhardt, 2018, S. 146)
- Die **Plattformstrategie** stellt eine spezielle Ausführung der Modulbaukastenstrategie dar. Hierbei werden Module, die in allen Varianten der gleichen Produktfamilie enthalten sind, als standardisierte Module zu einer Plattform zusammengeführt. Die Plattform fungiert als Grundlage für alle Varianten der Produktfamilie, welche durch das Hinzufügen von Modulen als Hut realisiert werden können. Der Lebenszyklus einer Plattform umfasst meist mehrere Produktgenerationen, wodurch die Plattformmodule meist über einen längeren Zeitraum hinweg genutzt werden können. (Krause & Gebhardt, 2018, S. 149-150)

Die beschriebenen Produktstrukturstrategien, sowie die zugehörigen Begriffsdefinitionen zu Baukästen und Plattformen stellen die Grundlage der Baukastenentwicklung in der Produktentwicklung dar. Dieses Verständnis wird in Abschnitt 5.1 für Entwicklungsprozesse adaptiert, um so einen SOLL-Prozess Baukasten zu entwickeln.

2.2 Prozesse in der Produktentwicklung

Entsprechend der DIN Norm 69901 Teil 5 umfasst ein Prozess einen Input, ein Vorgehen oder eine Umsetzung, sowie einen Output (DIN 69901-5, 2009, S. 14). Demnach wird durch einen Prozess immer ein Ablauf beschrieben (Oerding, 2009, S. 102). Die DIN EN ISO Norm 9000 definiert einen Prozess als „Satz zusammenhängender oder sich gegenseitig beeinflussender Tätigkeiten, der Eingaben zum Erzielen eines vorgesehenen Ergebnisses verwendet“ (DIN EN ISO 9000, 2015, S. 33). Die in der Produktentwicklung genutzten Entwicklungsprozesse beschreiben einen Ablauf mit einem definierten Ausgang, können zudem bestimmte Zustände und Zeitpunkte vorgeben, können „wenn-dann-Beziehungen“ enthalten und können vorschreiben wie etwas getan werden soll (Oerding, 2009, S. 102).

Zunächst wird in diesem Abschnitt ein Überblick über unterschiedliche Kategorien und Typen von Prozessmodellen gegeben (Abschnitt 2.2.1). Weiterführend werden verschiedene Prozessmerkmale aus der Literatur abgeleitet und die methodische Identifikation von Prozessanforderungen vorgestellt (Abschnitt 2.2.2). Anschließend werden wichtige Meta-Modelle in der Produktentwicklung und deren Funktionsweise beschrieben (Abschnitt 2.2.3). Nachfolgend werden unterschiedliche flexible Prozesse als Spezialform der Entwicklungsprozesse dargelegt (Abschnitt 2.2.4). Abschließend werden die Iterationsarten in der Produktentwicklung vorgestellt (Abschnitt 2.4).

2.2.1 Typen von Prozessmodellen

In der Produktentwicklung existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Prozessmodelle die alle für einen bestimmten Zweck und Anwendungsfall entwickelt wurden (Gericke & Blessing, 2012). Die dadurch entstehen hohe Vielfalt an Prozessmodellen kann auf unterschiedliche Arten strukturiert und kategorisiert werden. WYNN und CLARKSON (2018) kategorisieren Entwicklungsprozesse entsprechend dem Abstraktionsgrad (mikro-, meso- und makro-Level), sowie der Art des Prozesses (prozedural, analytisch, abstrakt oder MS/OR). SHARAFI et al. (2010) vergleichen verschiedene Prozessmodelle hinsichtlich der drei Produktentwicklungsdomänen Produktplanung, Produktentwicklung und Produktionssystementwicklung, sowie hinsichtlich drei weiterer Prozesskriterien Produktentwicklungsmanagement, Informationsmanagement und simultane Entwicklung. GERICKE und BLESSING (2012) analysierten 82 Prozessmodelle aus neun Disziplinen und berücksichtigten dabei als Kriterien, ob die Prozessmodelle aktivitäten- oder stufenbasiert, problem- oder lösungsorientiert und ob sie projekt- oder entwicklungsfokussiert sind. Die vorgestellten Kategorisierungsmodelle vereinen jedoch eine wissenschaftliche und forschungsgetriebene Sichtweise auf Prozessmodelle. Für die Entwicklung geeigneter

Prozesse, Methoden und Tools ist es jedoch erforderlich Prozessmodelle von einer anwendungsorientierten Sichtweise zu betrachten.

Abbildung 2.5 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Prozesstypen, die es aus Sicht eines Prozessnutzers⁶ in der Produktentwicklung gibt. Meta-Modelle sind Modelle, die für die Modellbildung von Entwicklungsprozessen genutzt werden können und haben einen generischen Charakter und oftmals einen breiten Gültigkeitsbereich. Meta-Modelle können Richtlinien, wie der Stage-Gate-Prozess, das Wasserfall-Modell, das V-Modell (VDI 2206) oder die VDI 2221 sein, welche das Ziel haben die Entwicklung technischer und mechatronischer Systeme zu unterstützen (VDI 2206, 2004; Cooper, 1990; Haberfellner *et al.*, 2019a; Royce, 1987; VDI 2221, 2019a). Oftmals stellen Forschungseinrichtungen ebenfalls Meta-Modelle für die Produktentwicklung bereit. Beispiele hierfür sind das iPeM – integriertes Produktentstehungsmodell, ein generisches Rahmenwerk, um sich durch den Produktentstehungsprozess zu navigieren, das MVM Münchner Vorgehensmodell, das die Planung von Entwicklungsprozessen unterstützt und das Prozessmodell nach PAHL und BEITZ, welches einen systematischen Ansatz für die Entwicklung technischer Systeme umfasst (Albers *et al.*, 2016c; Pahl *et al.*, 2007; Lindemann, 2009).

In Unternehmen gibt es oft spezifische Referenzprozesse, welche von den generischen Meta-Modellen abgeleitet sein können, die eine übliche Abfolge von Prozesselementen für die Entwicklung eines neuen Produktes beschreiben. Referenzprozesse dienen oftmals als Masterprozess, um einen projektspezifischen SOLL-Prozess abzuleiten, welcher an den Entwicklungskontext des Projektes adaptiert wurde. Der SOLL-Prozess fungiert als Projektplan und beinhaltet alle relevanten Informationen, Inhalte und Ressourcen, die für die Entwicklung des neuen Produktes benötigt werden. Der IST-Prozess beschreibt den realen Verlauf des Entwicklungsprojektes und kann vom SOLL-Prozess wegen unvorhergesehener Umstände und Änderungen während des Projektes abweichen. (Albers *et al.*, 2016c; VDI 2221, 2019a; Wilmsen *et al.*, 2019b)

⁶ Ein Prozessnutzer ist der Anwender eines Prozesses innerhalb eines Unternehmens. Je nach Prozess kann dies zum Beispiel ein Entwickler, Projektleiter oder Manager sein.



Abbildung 2.5: Unterschiedliche Prozesstypen in der Produktentwicklung nach WILMSEN et al. (2020) basierend auf VDI 2221 (2019a) und ALBERS et al. (2016c)

2.2.2 Prozessmerkmale und Identifikation von Prozessanforderungen

Basierend auf den zuvor vorgestellten Prozessstypen werden nun aus der Literatur Prozessmerkmale abgeleitet, welche einen Prozessautor bei der Entwicklung eines unternehmensspezifischen Referenzprozesses unterstützen können. In Tabelle 2.2 wird eine Übersicht über acht Prozessmerkmale und zugehörige Ausprägungen basierend auf einer Literaturrecherche dargestellt (Jäckle, 2019, S. 43 ff.)⁷. Prozessmerkmale beschreiben die Gestalt und die Struktur eines Prozessmodells und können direkt vom Prozessautor definiert, zugewiesen und modifiziert werden (Weber, 2014). Die Literaturrecherche fokussiert sich auf Veröffentlichungen zu Prozessmodellen und auf Veröffentlichungen aus dem Bereich Projektmanagement. Während der Literaturrecherche wurden sechzehn Veröffentlichungen identifiziert, die sich mit Prozessmerkmalen und zugehörigen Ausprägungen beschäftigen⁸.

Tabelle 2.2: Prozessmerkmale und zugehörige Ausprägungen (Jäckle, 2019)⁹

Prozessmerkmale	Ausprägung (min.)	Ausprägung (max.)
Detaillierungsgrad	gering	hoch
Ressourcenzuweisung	gering	hoch
Reihenfolge der Prozesselemente	definiert	flexibel
Arbeitsweise	sequentiell	iterativ
Berücksichtigung von Puffer	wenig	viel
Überprüfung des Projektstatus	selten	häufig
Kommunikation des Projektstatus	gering	intensiv
Anzahl der Arbeitspakete	gering	hoch

Der **Detaillierungsgrad** indiziert wie präzise die Aktivitäten oder Arbeitspakete beschrieben sind. Dies beinhaltet die Beschreibung was der Entwickler tun soll und wie es getan werden soll. Die **Ressourcenzuweisung** gibt an, wie restriktiv die

⁷ Co-betreute Abschlussarbeit

⁸ Eine detaillierte Aufstellung der betrachteten Literatur der Prozessmerkmale befindet sich im Anhang

⁹ Co-betreute Abschlussarbeit

Ressourcen einzelner Aktivitäten sind. Dieses Merkmal beschreibt ob beispielsweise jeder Entwickler eine bestimmte Aktivität durchführen kann oder ob hierfür spezifische Kenntnisse und Fähigkeiten notwendig sind. Die **Reihenfolge der Prozesselemente** differenziert zwischen einer definierten, festen Abfolge der Aktivitäten oder Arbeitspakete und einer flexiblen Abfolge der Prozesselemente. Die **Arbeitsweise** indiziert ob der Prozess tendenziell sequentiell, zyklisch, opportunistisch oder iterativ durchgeführt werden kann. Die **Berücksichtigung von Puffern** gibt an, wie viel Zeit für das Reagieren auf unvorhergesehene Änderungen oder Verzögerungen des Projektes berücksichtigt wurde. Die **Überprüfung des Projektstatus** gibt an, wie oft der verantwortliche Projektleiter oder Manager den Projektstatus und die Teilergebnisse prüft und genehmigt. Ergänzend hierzu, indiziert die **Kommunikation des Projektstatus** wie oft und wie intensiv die Stakeholder über den Projektstatus informiert werden. Die **Anzahl der Arbeitspakete** ist ein Indikator für die Granularität der resultierenden Projektplanung. (Wilmsen *et al.*, 2020) (Jäckle, 2019, S. 43 ff.)¹⁰

Die vorgestellten Prozessmerkmale sind aus der Perspektive von Projektmanagern relevant und sollten daher von Prozessautoren während der Gestaltung von Referenzprozessen berücksichtigt werden. Um die spezifischen Werte der Prozessmerkmale eines zukünftigen Referenzprozesses zu definieren, sollte der Prozessautor zuerst die Anforderungen an den Referenzprozess kennen. „Eine Anforderung ist eine durch einen Wert oder einen Wertebereich festgelegte Beschreibung eines einzelnen Produktmerkmals. Eine Anforderung kann ein Ziel nicht ersetzen, sondern lediglich konkretisierend beschreiben“ (Lohmeyer, 2013, S. 61). Entsprechend des Requirements Engineering definieren Anforderungen was Stakeholder – Anwender, Kunden, Lieferanten, Entwickler, Unternehmen – von einem potentiellen, neuen System benötigen und was das System können muss, um die Bedarfe zu erfüllen (Dick *et al.*, 2017, S. 2).

Nach BROWNING, lassen sich die Nutzer von Prozessmodellen in unterschiedliche Kategorien unterteilen, z.B. Prozessverantwortlicher, Entwickler, Prozessauditoren, für welche das Prozessmodell je einen bestimmten Zweck erfüllt. Zum Beispiel ist für einen Projektmanager der Zweck eines Referenzprozesses die Überwachung des Projektstatus, sowie die Ressourcenzuweisung oder die Abschätzung von Zeit, Kosten, Qualität und des Risikos. (Browning, 2009)

BUKSH et al. präsentieren eine Liste repräsentativer Anforderungen, um unstrukturierte Geschäftsprozesse zu managen und zu modellieren. Unstrukturierte Ge-

¹⁰ Co-betreute Abschlussarbeit

schäftsprozesse sind Prozesse die von Echtzeit-Ereignissen, den verfügbaren Daten und dem Wissen erfahrenen Mitarbeiter abhängig sind und im Gegensatz zu strukturierten Geschäftsprozessen somit nicht einem immer gleichbleibenden Ablauf folgen. Basierend auf einem Experiment, um Business Process Management und Case Management zu vergleichen, wurden repräsentative Anforderungen für unstrukturierte Geschäftsprozesse identifiziert. Daraus folgern sie, dass ein Prozessunterstützungsparadigma und eine Modellierungssprache für das Management und die Modellierung unstrukturierter Geschäftsprozesse diese Anforderungen erfüllen müssen. (Bukhsh *et al.*, 2017)

Im Bereich der Softwareentwicklung präsentieren LIU *et al.* eine Prioritätsbewertung von Softwareprozessanforderungen aus unterschiedlichen Perspektiven, z.B. Unternehmen, Anwender, Entwickler oder Management Perspektive. Sie begründen, dass es notwendig ist die Softwareprozessanforderungen von verschiedenen Stakeholder Gruppen zu sammeln, um so Softwareprozesse zu verbessern. Ihr Rahmenwerk fokussiert die Priorisierung der identifizierten Anforderungen von den unterschiedlichen Stakeholder Gruppen, um so die verfügbaren Ressourcen bestmöglich den kritischsten Anforderungen zuzuweisen. Jedoch wird hierbei nicht vorgestellt wie die Softwareprozessanforderungen identifiziert werden können. (Liu *et al.*, 2004)

MATOOK und INDULSKA stellen einen Ansatz für die Verbesserung der Qualität von Referenzprozessen, basierend auf der QFD¹¹ Methode vor. Sie argumentieren, dass ein Referenzprozess vollständig, akkurat und leicht zu konfigurieren, d.h. flexibel an einen spezifischen Projektkontext anpassbar, sein sollte. Insbesondere die Flexibilität ist ein wichtiges Merkmal eines Referenzprozesses, da sie angibt, wie leicht sich der Referenzprozess an veränderte Prozessanforderungen anpassen und adaptieren lässt. Der vorgestellte Ansatz fokussiert sich stark auf die Anforderungen der Prozessnutzer und deren Erfüllung. (Matook & Indulska, 2009)

Im Bereich von Informationstechnologien im Gesundheitswesen entwickelten CRUEL *et al.* ein Vorgehensmodell für die Identifikation von Anforderungen an Referenzprozesse. Hierzu kombinieren sie unterschiedliche empirische Methoden, wie die Delphi Methode und Experteninterviews, mit forschungsbasierten Aktivitäten, wie die Analyse von gültigen Vorschriften, um so einen Referenzprozess zu entwickeln. (Cruel *et al.*, 2012)

¹¹ Quality Function Deployment ist eine Methode, um Kundenwünsche in Produkte eines Unternehmens zu übersetzen.

GERICKE et al. präsentieren einen Lebenszyklus für Prozessmodelle, der mit der Identifikation von Bedarfen für das zukünftige Prozessmodell beginnt. Diese Bedarfe können von einem persönlichen Wunsch für ein besseres Prozessverständnis bis hin zu formellen Anforderungen reichen. Als Beispiel für die Identifikation von Bedarfen nennen sie den Dialog zwischen Managern und den Teammitgliedern, um so die Aufgaben die während dem Prozess durchgeführt werden sollen zu verstehen. (Gericke *et al.*, 2016)

BECERRIL et al. bemängeln, dass heutige Entwicklungsprozesse oftmals hinsichtlich Effizienz, Qualität, Kosten, Risiko, etc. optimiert werden, jedoch die fehlende Berücksichtigung der Anforderungen von Prozessnutzern zu einer schlechten Gebrauchstauglichkeit¹² der Referenzprozesse in Unternehmen führt. Hierfür werden mit Hilfe einer Literaturrecherche neun Attribute zur Quantifizierung und Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von Referenzprozessen identifiziert, um diese gezielt verbessern zu können. Bei den neun Attributen handelt es sich um die Zugänglichkeit, die Konsistenz, die Compliance, sowie die Kompatibilität / Interoperabilität, die Flexibilität, die Verlässlichkeit / Reife, die Robustheit, die Transparenz und die Verständlichkeit eines Referenzprozesses. (Becerril *et al.*, 2017)

Die vorgestellte Literatur adressiert unterschiedliche Arten von Prozessanforderungen für die Entwicklung und Verbesserung von Referenzprozessen. Jedoch wurden nur wenige Beiträge gefunden, die eine Vorgehensweise zur Identifikation von Prozessanforderungen durch die Einbeziehung unterschiedlicher Stakeholder beschreiben. Weiterführend adressieren nur wenige der Beiträge Referenzprozesse für Produktentwicklungsprojekte. In Unternehmen hängt die Akzeptanz eines Referenzprozesses jedoch stark von der Einbeziehung relevanter Stakeholder während der Entwicklung des Referenzprozesses ab (Müllerleile, 2019). Daraus ergibt sich ein Bedarf für die Entwicklung eines Ansatzes zur Identifikation von Anforderungen an Referenzprozesse durch die Einbeziehung relevanter Stakeholder und die Fokussierung dieser Anforderungen während der Entwicklung von Referenzprozessen. (Wilmsen *et al.*, 2020)

¹² Gebrauchstauglichkeit (englisch usability) bezeichnet nach der DIN EN ISO 9241-11 das „Ausmaß, in dem ein Produkt, System oder ein Dienst durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Anwendungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“

2.2.3 Meta-Modelle in der Produktentwicklung

Wie bereits dargelegt existiert eine Vielzahl generischer Prozessmodelle, welche als Meta-Modelle bezeichnet werden können. Meta-Modelle beschreiben Entwicklungsprozesse auf eine generische und standardisierte Weise und haben somit einen breiten Anwendungsbereich (Wilmsen *et al.*, 2020). Nachfolgend werden gängige Meta-Modelle der Produktentwicklung vorgestellt und deren Funktionsweise beschrieben. Dabei handelt es sich um den Entwicklungs- und Konstruktionsprozess nach PAHL und BEITZ, das iPeM – integrierte Produktentstehungsmodell nach ALBERS, die VDI 2221, das Systems Engineering Vorgehensmodell und das Münchner Vorgehensmodell nach LINDEMANN.

Entwicklungs- und Konstruktionsprozess nach PAHL und BEITZ

Das Prozessmodell nach PAHL und BEITZ gliedert sich in verschiedene Arbeitsschritte und macht deutlich, dass der Produktentstehungsprozess nicht innerhalb eines Durchlaufs zu zufriedenstellenden Ergebnissen führt, sondern ein iteratives Vor- und Rückspringen beinhaltet. Hierfür ist ein Kontrollprozess notwendig, welcher in möglichst kurzen Abständen den IST-Zustand der Ergebnisse mit dem SOLL-Zustand, der durch Vorgaben festgelegt ist abgleicht. Aufbauend auf dem Produktentstehungsprozess nach PAHL und BEITZ wurden 1986 erstmalig die Erkenntnisse in einem allgemeingültigen Prozessmodell des Entwickelns und Konstruierens zusammengefasst. Das daraus entstandene Prozessmodell wurde in der VDI 2221 veröffentlicht und ist in Abbildung 2.6 dargestellt. (Feldhusen & Grote, 2013)

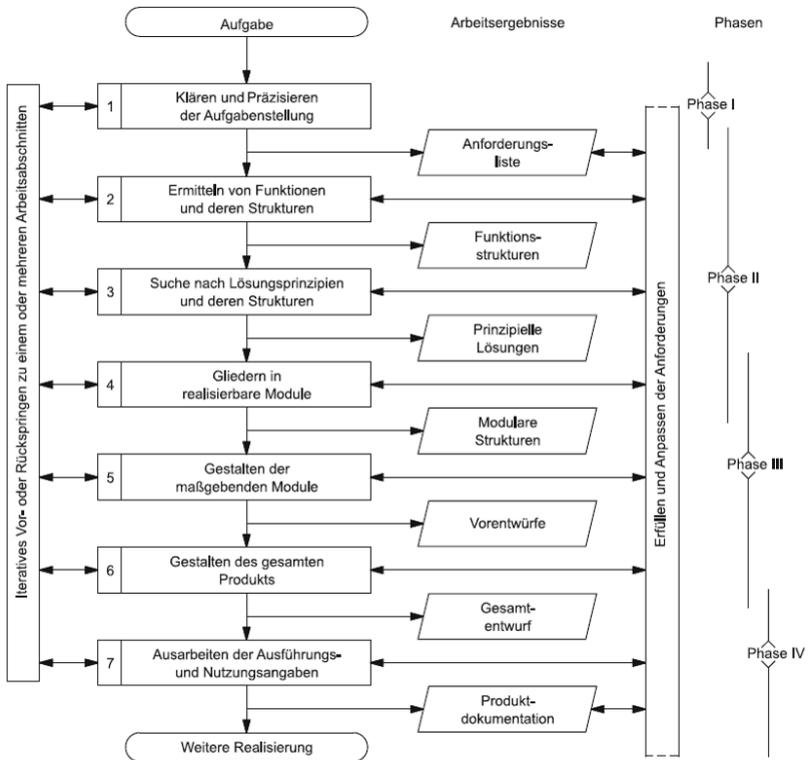


Abbildung 2.6: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221 1993 (Feldhusen & Grote, 2013)

iPeM – integriertes Produktentstehungsmodell nach ALBERS

Das iPeM ist ein generalisiertes Meta-Modell und dient durch seinen modularen Charakter als Grundlage für unterschiedlichste Produktentstehungsprozesse. In Abbildung 2.7 ist das iPeM in seiner dreidimensionalen Darstellungsform visualisiert. Basierend auf dem ZHO-Systemtripler nach ROPOHL (2009) beschreibt das iPeM die Transformation eines Zielsystems in ein Objektsystem durch ein geeignetes Handlungssystem. Das Handlungssystem besteht dabei aus einer Aktivitäten-Matrix aus Produktentstehungs- und Problemlösungsaktivitäten, sowie einem Ressourcensystem und einem projektspezifischen Phasenmodell. Zudem umfasst das iPeM unterschiedliche Ebenen, welche die simultane und generationsübergreifende Entstehung von Produkten, zugehöriger Validierungssysteme und Produktionssysteme, sowie der Strategie innerhalb eines Unternehmens verdeutlichen. (Albers *et al.*, 2016c)

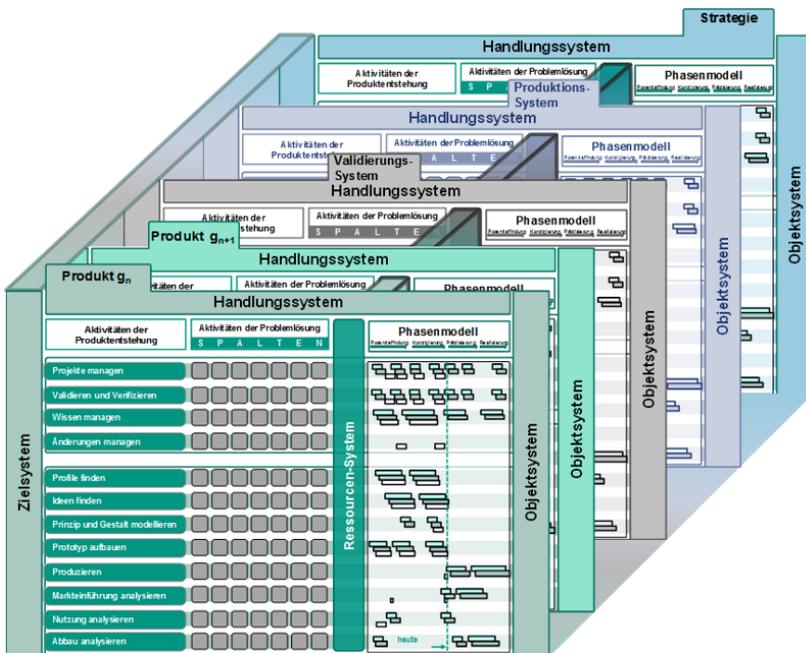


Abbildung 2.7: iPeM – integriertes Produktentstehungsmodell im Kontext der PGE – Produktgenerationsentwicklung nach ALBERS et al. (2016c)

Die Aktivitäten der Produktentstehung unterteilen sich in Basisaktivitäten, welche die Durchführung der Kernaktivitäten ergänzen und kontinuierlich durchgeführt werden, und Kernaktivitäten, die direkt zu einer Erhöhung des Produktreifegrades führen. Der Produktentstehungsprozess kann durch die Anwendung der Kernaktivitäten in Kombination mit den Basisaktivitäten auf den unterschiedlichen Ebenen ausgeführt werden. (Albers *et al.*, 2016c)

Die Basisaktivität **Projekte managen** umfasst die Planung und das Controlling des Produktentstehungsprozesses, sowie dessen kontinuierliche und regelmäßige Regelung bzw. Steuerung. **Validieren und Verifizieren** umfasst die kontinuierliche Überprüfung des erarbeiteten Objektsystems gegenüber dem Zielsystem und beinhaltet die Subaktivitäten Verifikation, Analyse und Bewertung. **Wissen managen** beinhaltet das Sichten und Strukturieren externer und interner Informationen, Daten und Fähigkeiten, sowie die Identifikation, den Erwerb und die Generierung von Wissen und dessen Nutzung, Verteilung und Bewahrung. **Änderungen managen** forciert die Abstimmung von wirtschaftlichen, technischen und sozialen Veränderungen durch das frühzeitige Erkennen von Potentialen / Fehlern und die Umsetzung notwendiger Maßnahmen. (Albers *et al.*, 2010; Albers *et al.*, 2016c; Albers & Braun, 2011)

Die Kernaktivität **Profile finden** beinhaltet die Definition des Produktprofils, bestehend aus Anbieter-, Anwender- und Kundennutzen, sowie einer lösungsneutralen Beschreibung der Eigenschaften der künftigen Produktgeneration. Beim **Ideen finden** werden mögliche gesamtheitliche Lösungen für die Realisierung des Produktprofils identifiziert. Die **Modellierung von Prinzip und Gestalt** umfasst die explizite Ausarbeitung der Lösungsidee(n) unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen und die detaillierte Erarbeitung der physikalischen Zusammenhänge von Funktion und Gestalt. Die Aktivität **Prototyp aufbauen** kann auf verschiedenen Reifegradebenen durchgeführt werden und kann die Realisierung sowohl virtueller als auch physischer Prototypen umfassen. **Produzieren** umfasst alle Tätigkeiten zur Realisierung der Produktgeneration und strukturiert sich in die zielgerichtete Kombination von Produktionsfaktoren und deren Umwandlung in Produkte. Die **Analyse der Markteinführung** beinhaltet das Vordenken, sowie die Analyse der Vermarktung der neuen Produktgeneration inklusive der Betrachtung zugehöriger Logistikaktivitäten im Vertriebsnetz. Bei der **Analyse der Nutzung** wird das Nutzer- und Nutzungsverhalten betrachtet, dokumentiert und interpretiert. Die **Analyse des Abbaus** antizipiert die Möglichkeiten einer Stilllegung, des Recyclings oder Wiederverwendung (Reuse) am Ende der Produktlebensdauer. (Albers *et al.*, 2010; Albers *et al.*, 2016c; Albers & Braun, 2011)

Orthogonal zu den bereits erläuterten Aktivitäten der Produktentstehung, werden die Aktivitäten der Problemlösung in der Aktivitäten-Matrix dargestellt. Die Aktivitäten der Problemlösung basieren auf dem SPALTEN Problemlösungsprozess (Albers *et al.*, 2016b). Dabei ist SPALTEN ein Akronym, bestehend aus den Anfangsbuchstaben der nachfolgenden Problemlösungsaktivitäten:

- **Situationsanalyse:** In der Situationsanalyse werden alle relevante Information zur vorherrschenden Situation gesammelt, strukturiert und dokumentiert. (Albers *et al.*, 2016b)
- **Problemeingrenzung:** Durch eine Synthese der zuvor erhobenen Informationen wird in der Problemeingrenzung die Problemursache geklärt und das Problem definiert. (Albers *et al.*, 2016b)
- **Alternative Lösungen:** Bei dieser Aktivität werden unterschiedliche Lösungs-ideen für die Lösung des definierten Problems generiert. Hierbei können insbesondere Kreativitätsmethoden für die Generierung von Lösungsideen eingesetzt werden. Um den möglichen Lösungsraum bestmöglich abzudecken empfiehlt es sich einen möglichst großen Umfang und eine möglichst große Varianz von Lösungsideen zu generieren. (Albers *et al.*, 2016b)
- **Lösungsauswahl:** Bei der Lösungsauswahl werden die zuvor generierten Lösungen verglichen und mit Hilfe definierter Kriterien bewertet. Dabei ist zu beachten, dass die Kriterien zur jeweiligen Problemsituation passen. Basierend auf der Bewertung der Lösungsideen kann nun eine Lösungsidee ausgewählt werden. (Albers *et al.*, 2016b)
- **Tragweitenanalyse:** Bei der Tragweitenanalyse werden die Risiken und Chancen der ausgewählten Lösungsidee bewertet. (Albers *et al.*, 2016b)
- **Entscheiden und Umsetzen:** Bei dieser Aktivität geht es um das Treffen einer Entscheidung und um die Realisierung und Implementierung der entschiedenen Lösungsidee. (Albers *et al.*, 2016b)
- **Nachbereiten und Lernen:** Beim Nachbereiten und Lernen geht es darum die Erfahrungen und das generierte Wissen zu reflektieren und zu dokumentieren. Somit kann das generierte Wissen für nachfolgende Problemlösungsprozesse genutzt werden. (Albers *et al.*, 2016b)

Zudem hat SPALTEN einen fraktalen Charakter. Das bedeutet, dass in jedem SPALTEN Schritt selbst wieder SPALTEN angewendet werden kann. (Albers *et al.*, 2016b)

Die Aktivitäten-Matrix, die durch die Aktivitäten der Produktentstehung und der Problemlösung aufgespannt wird, beinhaltet zudem Methoden, welche den Produktentwickler bei der Durchführung der jeweiligen Aktivitäten unterstützen sollen. (Albers *et al.*, 2014)

Entwicklung technischer Produkte und Systeme nach VDI 2221 (2019a, 2019b)

Die VDI 2221 wurde 2018 neu verfasst und hat den Anspruch für jede Art technischer Produkte und Systeme, sowie zugehöriger Entwicklungs- und Entstehungsprozesse genutzt werden zu können. Die Richtlinie richtet sich insbesondere an Prozessverantwortliche und Projektleitern von Entwicklungsprojekten, sowie Produktentwickler, Produktmanager und Prozessbeteiligte, aber auch an Studierende und Hochschullehrer. Die VDI 2221 ist strukturiert in Blatt 1, welches das Modell der Produktentwicklung beschreibt und Blatt 2, in dem kontext-spezifische Entwicklungsprozesse dargelegt werden. (VDI 2221, 2019a, 2019b)

In Abbildung 2.8 ist das allgemeine Modell der Produktentwicklung dargestellt, welches ein allgemein anwendbares Vorgehen für die Entwicklung und Konstruktion umfasst. Die Darstellung des Modells orientiert sich dabei an der Matrix-Struktur des iPeM, um so ein nicht-sequenzielles Vorgehen zu adressieren. In der Anwendung werden die Arbeitsschritte des Modells eng verzahnt und je nach Entwicklungskontext nur zum Teil oder mehrmals iterativ durchgeführt. Das Modell beinhaltet dabei Aktivitäten, die branchenunabhängig anwendbar sind und umfasst zugehörige Arbeitsergebnisse, die während des Entwicklungsprozesses kontinuierlich mit den Anforderungen abgeglichen werden. Dabei werden sowohl die Ergebnisse wie auch die Ziele während des gesamten Vorgehens weiterentwickelt. Eine zentrale Aktivität stellt dabei die Verifikation und Validierung dar, welche je nach Entwicklungsstand virtuell, durch Berechnungen und Simulationen, oder real, durch Versuche und Tests durchgeführt werden kann. Oftmals werden in der Praxis mehrere Aktivitäten zu Phasen zusammengefasst, um sich so an einem terminlichen oder organisatorischen Ablaufplan zu orientieren. Diese Entwicklungsphasen sind jedoch abhängig vom technischen System, dem Unternehmen oder der Branche und können daher sehr variabel definiert werden. (VDI 2221, 2019a, S. 15 ff.)

Die Aktivitäten der Produktentwicklung können je nach Komplexität und Umfang der Aufgabenstellung noch in detailliertere Teilaktivitäten untergliedert werden und weisen somit einen fraktalen Charakter auf. Die Aktivitäten werden dabei nicht sequentiell, sondern häufig iterativ durchlaufen, um so die Ergebnisse und Lösungen schrittweise zu verbessern und zu optimieren. Je nach Entwicklungsaufgabe ist es notwendig bestimmte Aktivitäten in einer variierenden Intensität durchzuführen. Für die organisatorische Einbindung der Entwicklungsabläufe ist die Festlegung einer flexibel anpassbaren Ablauf- und Aufbauorganisation des Entwicklungsprozesses, sowie ein leistungsfähiges Informationsmanagement erforderlich. Zudem sollten die Entwicklungsabläufe durch ein geeignetes Änderungsmanagement und Projektmanagement unterstützt werden. (VDI 2221, 2019a)

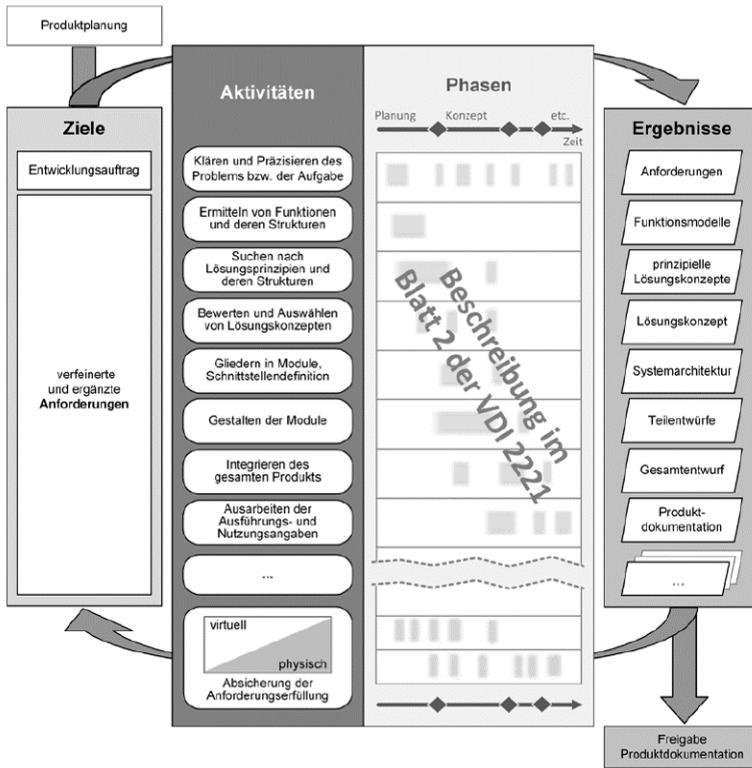


Abbildung 2.8: Allgemeines Modell der Produktentwicklung nach VDI 2221 (2019a, S. 16)

Beim **Klären und Präzisieren des Problems oder der Aufgabe** werden alle verfügbaren Informationen des Produktkontextes zusammengetragen, Informationslücken identifiziert, die erhaltenen Anforderungen werden überprüft, ergänzt und eigene Anforderungen werden hinzugefügt. Zudem sollte das Problem aus Entwicklersicht formuliert werden und das weitere Vorgehen wird strukturiert und geplant. Das **Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen** beschreibt eine funktionsorientierte Herangehensweise um Funktionen zu definieren. Funktionen von soziotechnischen Systemen werden in technische Gebrauchsfunktionen und in sogenannte Geltungsfunktionen, wie z.B. Wertigkeit ausstrahlen unterteilt. Zudem sollte ebenfalls zwischen erwünschten Zweckfunktionen und unerwünschten Störfunktionen, wie z.B. Lärm verursachen unterschieden werden. Je nach Relevanz

der einzelnen Funktionen können diese weiterführend in Haupt- und Nebenfunktionen unterteilt werden. Eine Möglichkeit, um die Struktur der Funktionen zu definieren ist die graphen- oder matrizenorientierte Funktionsstruktur, welche die Beziehungen zwischen den Funktionen netzwerkartig veranschaulicht. Die **Suche nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen** forciert die Identifikation geeigneter Lösungsprinzipien für die zuvor definierten Funktionen. Ergebnisse dieser Aktivität können Beschreibungen, Prinzipskizzen, sowie Diagramme, Modelle oder Zeichnungen sein. Aus den Lösungskonzepten ergibt sich die logische Architektur des Systems. Bei der **Bewertung und Auswahl des Lösungskonzeptes** werden zunächst geeignete Bewertungskriterien definiert, um eine Bewertung der Lösungskonzepte durchzuführen und anschließend eines der Lösungskonzepte basierend auf den Bewertungsergebnissen, Erfahrung und Intuition auszuwählen. Die **Gliederung in Module und Schnittstellendefinition** strukturiert das ausgewählte Lösungskonzept in realisierbare Module für eine spätere Konkretisierung. Als Ergebnis dieser Aktivität vereint die Systemarchitektur sowohl die funktionale als auch die logische Architektur des Produktes. Zudem ist es erforderlich die Schnittstellen zwischen den Modulen zu definieren. Die **Gestaltung der Module** umfasst die Konkretisierung und Realisierung der Module, um ein System- bzw. Produktoptimum zu identifizieren. Diese Aktivität kann getrennt für einzelne Module durchgeführt werden. Bei der **Integration des gesamten Produktes** werden die vorentworfenen Module durch weiterführende Detaillierungen, sowie Ergänzungen noch nicht bearbeiteter Elemente und durch Verknüpfungen aller Elemente zu einem Produkt zusammengeführt. Bei dieser Aktivität wird das Produkt endgestaltet und ein Gesamtentwurf des zukünftigen Produktes entsteht. Bei der **Ausarbeitung der Ausführungs- und Nutzungsangaben** werden Produktdokumentationen mit Nutzungs-, Herstellungs- und Zertifizierungsangaben, wie beispielsweise technische Zeichnungen, Stücklisten oder CAD-Modelle erstellt. Die **Absicherung der Anforderungserfüllung** umfasst alle Aktivitäten, die für den Abgleich von Ergebnis und Ziel kontinuierlich in der Produktentwicklung durchgeführt werden. Hierzu zählen alle Simulations-, Berechnungs-, Versuchs- und Testaktivitäten innerhalb eines Entwicklungsprojektes. Durch die Erkenntnisse der Absicherung werden oftmals neue Entwicklungsaktivitäten initiiert, wodurch die Absicherung eine der zentralen Aktivitäten der Produktentwicklung darstellt. (VDI 2221, 2019a, S. 18 ff.)

Systems Engineering Vorgehensmodell (Haberfellner *et al.*, 2019b)

Das Systems Engineering Vorgehensmodell hat den Zweck schwer fassbare und komplexe Probleme mit einer relativ starken Verflechtung zur Umwelt zu lösen und setzt sich aus vier grundlegenden Prinzipien zusammen (Haberfellner *et al.*, 2019b):

- **Vom Groben zum Detail:** Zunächst wird der Bereich eines Systems herausgearbeitet, der näher untersucht bzw. verändert werden soll. Hierbei sollen wichtige Bereiche des Problemfeldes und Faktoren, die diese Bereiche beeinflussen erkannt und in ihren Beziehungen dargestellt werden. Erst nach einer ausreichenden Strukturierung und Abgrenzung des Problemfeldes ist es sinnvoll mit der qualitativen und quantitativen Analyse der Details zu beginnen. (Haberfellner *et al.*, 2019b)
- **Denken in Varianten:** Die Grundidee der Variantenbildung ist das Aufspannen eines großen Lösungsraums durch die Generierung unterschiedlicher Lösungsprinzipien, um nicht die erstbeste Lösung auszuwählen, sondern zwischen vielen Varianten auswählen zu können. Dieses Prinzip kann auf jeder der Systemstufen durchgeführt werden. Durch das Denken in Varianten kann sichergestellt werden, dass der Lösungsraum frühzeitig bekannt ist und nicht erst zu einem späteren Zeitpunkt ein geeigneteres Lösungsprinzip entdeckt wird. (Haberfellner *et al.*, 2019b)
Dieses Prinzip weist große Ähnlichkeit mit der SPALTEN Problemlösungsmethode auf (Albers *et al.*, 2016b).
- **Projektphasen als Makro-Logik:** Durch den Einsatz von Projektphasen wird der Werdegang einer Lösung in übersichtliche Teiletappen gegliedert, um so einen stufenweisen Planungs-, Konkretisierungs- und Entscheidungsprozess mit definierten Korrekturpunkten zu ermöglichen. (Haberfellner *et al.*, 2019b)
- **Problemlösungszyklus als Mikro-Logik:** Der Problemlösungszyklus wird in jeder Projektphase, sowie beim Auftreten eines Problems angewendet. Der Problemlösungszyklus umfasst die folgenden Schritte: Situationsanalyse, Zielformulierung, Synthese von Lösungen, Analyse von Lösungen, Bewertung und Entscheidung. Je nach Stand des Entwicklungsprojektes variieren die Inhalte des Problemlösungszykluses. (Haberfellner *et al.*, 2019b)

Diese vier Prinzipien des Systems Engineering Vorgehensmodells stellen Bausteine einer übergreifenden Methodik dar. (Haberfellner *et al.*, 2019b, S. 57 ff.)

Münchener Vorgehensmodell (MVM) nach LINDEMANN (2009, S. 46 ff.)

Das Münchener Vorgehensmodell hat den Zweck die Planung von Entwicklungsprozessen als Hilfsmittel zu unterstützen, innerhalb von Problemlösungsprozessen als Orientierungshilfe zu fungieren und für die Reflektion und Analyse des Vorgehens eingesetzt zu werden. Die Grundlage des MVM bilden sieben Schritte, basierend auf den Hauptaktivitäten der Problemlösung. Hierbei handelt es sich um die Planung des Ziels, die Analyse des Ziels, die Strukturierung des Problems, das Ermitteln von Lösungsideen, sowie der Ermittlung von Eigenschaften, dem Herbeiführen von Entscheidungen und der Absicherung der Zielerreichung. In Abbildung 2.9 ist das Münchener Vorgehensmodell dargestellt. Angelehnt an eine Netzwerkstruktur werden hierin die sieben Schritte miteinander verknüpft, um so iterative Vorgehensweisen und eine situationsspezifische Anpassung des Vorgehens zu ermöglichen. Da in der Anwendung der Vorgehensweise die einzelnen Schritte nicht immer klar abgrenzbar sind, werden in Abbildung 2.9 sich überlappende Kreise dargestellt. (Lindemann, 2009, S. 46 ff.)

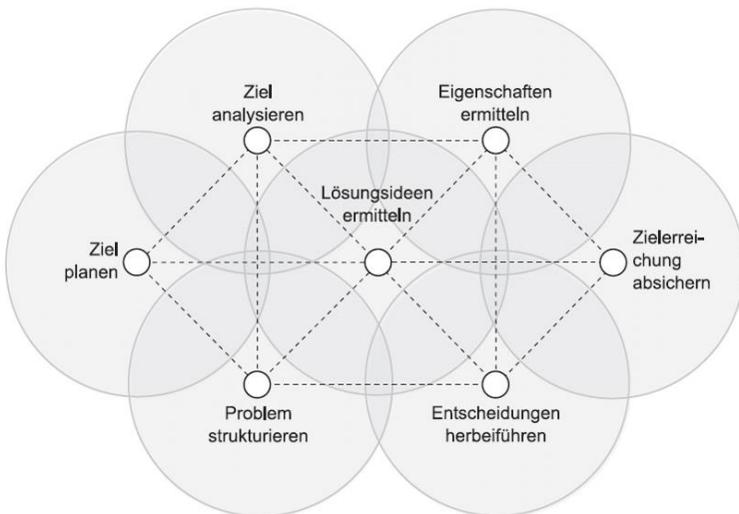


Abbildung 2.9: Münchener Vorgehensmodell (MVM) nach LINDEMANN (2009, S. 47)

Beim **Ziel planen** wird eine Analyse der vorherrschenden und gegebenenfalls auch der zukünftigen Situation durchgeführt, um so konkrete Maßnahmen abzuleiten. Die **Zielanalyse** adressiert die Beschreibung und Klärung des Zielzustandes. Der Hauptfokus dieses Schrittes liegt auf der Erstellung und Dokumentation von Anforderungen an das Endprodukt sowie an Zwischenergebnisse des Produktentwicklungsprozesses. Das Analysieren des Ziels findet auf operativer Ebene zu vielen Zeitpunkten im Entwicklungsprozess statt. Beim **Strukturieren des Problems** werden Handlungsschwerpunkte identifiziert, welche eine Fokussierung bei der Lösungssuche ermöglichen. Bei der **Ermittlung von Lösungsideen** werden einerseits vorhandene Lösungen gesucht und andererseits neue Lösungen generiert. Hierbei können Lösungsideen für eine Vielzahl unterschiedlicher Teilprobleme im Entwicklungsprojekt generiert werden. Bei der **Ermittlung von Eigenschaften** werden mit Hilfe einer Eigenschaftsanalyse Ausprägungen relevanter Merkmale der alternativen Lösungsideen ermittelt. Beim **Herbeiführen von Entscheidungen** werden die Lösungsalternativen und -ideen bewertet und es wird eine Auswahl getroffen. Bei der **Absicherung der Zielerreichung** sollen mögliche Risiken durch eine frühe Absicherung erkannt und bewertet werden. Gegebenenfalls werden Maßnahmen festgelegt, um so das Risiko der Umsetzung zu minimieren. (Lindemann, 2009, S. 48 ff.)

Das MVM dient als Hilfsmittel für die Problemlösung innerhalb von Entwicklungsprozessen. Durch den Netzwerkcharakter des Modells ergibt sich eine große Flexibilität in der Anwendung und ermöglicht so eine situationsgerechte Unterstützung von Entwicklungsprozessen. (Lindemann, 2009, S. 50)

2.2.4 Iterationsarten in der Produktentwicklung

Durch die zunehmende Produktkomplexität, sowie ein dynamisches Entwicklungsumfeld stellen Iterationen einen wichtigen Bestandteil von Entwicklungsprozessen dar. Es lassen sich nach WYNN und ECKERT in der Produktentwicklung drei übergeordnete Stereotypen von Iterationen differenzieren. Hierbei handelt es sich um progressive Iterationen, korrektive Iterationen und koordinative Iterationen. (Wynn & Eckert, 2017)

Progressive Iterationen stellen die Weiterentwicklung bzw. den Fortschritt des zu entwickelnden Systems bis zu seiner Fertigstellung dar. Dieser iterative Stereotyp untergliedert sich in fünf Iterationsarten, die in Abbildung 2.10 dargestellt sind. Bei der Iterationsart **Exploration** wird der Problem- und Lösungsraum gleichzeitig und iterativ erkundet. Dies ist die Grundlage für jeden kreativen Problemlösungsprozess. Bei der **Konkretisierung** werden die Elemente eines Entwurfs durch die stetige Steigerung des Detaillierungsgrades weiterentwickelt. Bei der Iterationsart **Konvergenz** werden unterschiedliche Parameter oder Details ermittelt und festgelegt, um

so ein definiertes Leistungsziel zu erreichen. Die jeweiligen Parameterwerte werden meist durch eine Schritt-für-Schritt Anpassung zur Erreichung einer zufriedenstellenden Lösung identifiziert. Bei der **Präzisierung** werden Lösungen, die bereits primäre Ziele, wie z.B. eine technische Funktion, erfüllen, weiter verbessert, um ebenfalls sekundäre Ziele, wie z.B. Design oder Kosten zu verbessern. Bei der **inkrementellen Fertigstellung** werden Aufgaben oder Prozesse geplant wiederholt, um schrittweise den anvisierten Endzustand zu erreichen. (Wynn & Eckert, 2017, S. 16)



Abbildung 2.10: Progressive Iterationsarten nach WYNN und ECKERT (2017, S. 15)

Korrektive Iterationen sind Iterationen, die als Antwort auf ungeplante Ereignisse durchgeführt werden. Diese Iterationen werden mit neuen Informationen im Entwicklungsprozess, die Probleme offenbaren, in Verbindung gebracht. Daher tritt diese Iterationsart oftmals bei Aktivitäten der Systemintegration, des Testens und bei technischen Änderungen nach der Konstruktionsfreigabe auf. Hierbei lassen sich die drei in Abbildung 2.11 dargestellten Iterationsarten unterscheiden. Bei der Iterationsart **neue Arbeitsweise** wird eine Lösung korrigiert oder überarbeitet, indem die bestehenden Anforderungen mit einem alternativen Lösungsprinzip erfüllt werden. Hierzu werden meist neue Arbeitsweisen, wie Prozesse oder Methoden genutzt. Bei der **Überarbeitung** werden Aufgaben auf die gleiche oder ähnliche Weise erneut durchgeführt, da sich die Zielsetzungen, Anforderungen oder Annahmen geändert haben. Bei der Iterationsart **Churn** werden durch die Lösung von Teilproblemen neue Probleme hervorgerufen und es kann somit nicht zu einer Konvergenz der Lösung kommen. (Wynn & Eckert, 2017, S. 17)

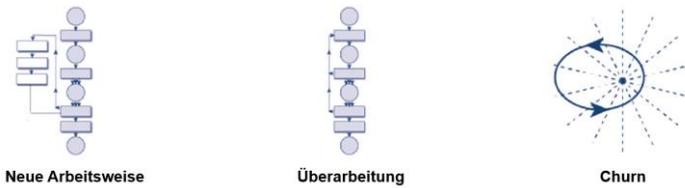


Abbildung 2.11: Korrektive Iterationen nach WYNN und ECKERT (2017, S. 17)

Koordinative Iterationen beziehen sich auf Strukturen und Ansätze, die den Entwicklungsprozess effektiver, effizienter und planbarer machen sollen. Beispielsweise werden koordinative Iterationen durch agile Entwicklungsansätze vermittelt. Die koordinativen Iterationen untergliedern sich in fünf Iterationsarten, die in Abbildung 2.12 dargestellt sind. Bei der Iterationsart **Steuerung** werden regelmäßig Informationsstände veröffentlicht bzw. ausgetauscht, um den Entwicklungsfortschritt zu überprüfen und um Adaptionen zu ermöglichen. Diese sogenannten Reviews werden genutzt, um häufig und regelmäßig Feedback von Stakeholdern, wie z.B. Anwendern zu erhalten, um so das zu entwickelnde System zu verbessern. Bei der **Verhandlung** wird ein multidirektionaler Informationsfluss genutzt, um einen Kompromiss zwischen den Zielen und Einschränkungen verschiedener Akteure zu erlangen. Bei der **Parallelisierung** werden aufeinanderfolgende Phasen oder Aufgaben des Entwicklungsprozesses überlappend durchgeführt. Bei der Iterationsart **Vergleich** werden Aktivitäten für alternative Lösungsmöglichkeiten durchgeführt, um ausreichend Informationen zur Auswahl einer Lösung zu erhalten. Bei der **Bündelung** werden Prozesse oder Aufgaben, die im Entwicklungsprozess wiederholt, basierend auf unterschiedlichen Informationen, durchgeführt werden, in einer Organisationseinheit zusammengeführt oder durch eine Person durchgeführt. (Wynn & Eckert, 2017, S. 18–19)

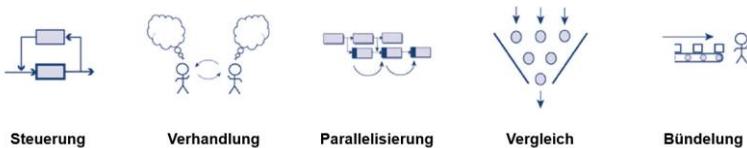


Abbildung 2.12: Koordinative Iterationen nach WYNN und ECKERT (2017, S. 18)

2.3 Adaptive Prozesse in der Produktentwicklung

Bedingt durch Herausforderungen, wie immer kürzer werdende Produktlebenszyklen, schnell wandelnde Kundenbedürfnisse und gesättigte Märkte, ist es für Unternehmen von großer Bedeutung schnell auf Veränderungen reagieren zu können, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Demnach gewinnen Ansätze zur methodischen Unterstützung der Produktentwicklung, insbesondere flexible und agile Ansätze zunehmend an Bedeutung. Die Implementierung dieser methodischen Ansätze scheitert jedoch oftmals daran, dass diese nicht ausreichend kompatibel mit dem Entwicklungskontext bzw. der jeweiligen Entwicklungssituation sind (Birkhofer *et al.*, 2005). Daher gibt es bereits diverse Forschungsarbeiten, die sich mit der kontext- und situationsabhängigen Auswahl und Adaption von Entwicklungsprozessen und Methoden befassen. Nachfolgend werden ausgewählte Ansätze vorgestellt und hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien verglichen.

In der vorliegenden Arbeit beschreibt der Begriff *adaptiver Prozess* einen Prozess bzw. eine Prozessunterstützung, dessen Prozessarchitektur eine Anpassung der Prozessinhalte oder des Prozessablaufes an den vorherrschenden Entwicklungskontext vorsieht.

2.3.1 Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl nach ALBERS *et al.* (2014; 2015b; Reiß *et al.*, 2016)

Im Bereich der Entwicklungsmethoden entwickelten ALBERS *et al.* (Albers *et al.*, 2014; Albers *et al.*, 2015b; Reiß *et al.*, 2016) einen Ansatz zur situations- und bedarfsgerechten Methodenauswahl in agilen Produktentwicklungsprozessen. Als Grundlage für die Methodenempfehlung wurde das iPeM¹³ – integriertes Produktentstehungsmodell genutzt und eine Methodendatenbank angelegt. Zur Beschreibung der Methoden wurden Methodenprofile mit den folgenden Modulen angelegt: Kurzfassung, Vorteile / Nachteile, grobe Beschreibung, Input / Output, Hauptarbeitsschritte, Hilfsmittel, alternative Methoden, Quellen / Literatur und Experten. Für die Ermittlung von passenden Methoden wurden Auswahlkriterien zur Bewertung der Passung des angestrebten Ziels (Zielsystem), der Passung von Produktentstehungs- und Problemlösungsaktivitäten, der Passung der benötigten Ressourcen (Ressourcensystem), und der Passung der zu erarbeitenden Ergebnisse (Objektsystem) definiert. Mit Hilfe der in Abbildung 2.13 dargestellten Auswahlkriterien wird ein Kongruenzwert berechnet, welcher die Passung einer Methode zur

¹³ Siehe Abschnitt 2.2.3

Entwicklungssituation des Anwenders angibt. Für die Anwendung des Ansatzes wurde der InnoFox entwickelt, welcher den Anwender bei der situations- und bedarfsgerechten Auswahl von Entwicklungsmethoden unterstützt. (Albers *et al.*, 2014; Reiß *et al.*, 2016)



Abbildung 2.13: Auswahlkriterien zur Bewertung der Passung von Methoden nach REIß *et al.* (2016)

2.3.2 Auswahl von Entwicklungsmethoden nach BAVENDIEK *et al.* (2014)

BAVENDIEK *et al.* entwickelten einen Ansatz zur Auswahl von Entwicklungsmethoden basierend auf den Kompetenzen und der Zusammensetzung von Entwicklungsteams. Zunächst wurde ein Methoden-Beschreibungs-Modell umgesetzt, welches die Kriterien Verfügbarkeit, Komplexitätsgrad, anwendungsspezifische Flexibilität und Informationsumfang entsprechend der Bedarfe von Methodennutzern aus der Industrie adressiert. Das Methoden-Beschreibungs-Modell dient einer standardisierten Beschreibung, Illustration und Charakterisierung von Methoden. Für die Auswahl von Methoden werden die Faktoren kulturelle Zusammensetzung, hierarchische Konstellation, Sozialkompetenz / Verhalten, sowie Fachkompetenz / Disziplinen, Teamgröße, Berufserfahrung und geschlechtliche Zusammensetzung genutzt. Durch die Bewertung dieser Faktoren werden dem Methodennutzer passende Methoden im Methoden-Assistenz-System in Abbildung 2.14 vorgeschlagen. Innerhalb des Methoden-Assistenz-Systems gibt es zudem die Möglichkeit Teamrollen- und Kompetenz-Profile, sowie Randbedingungen des Unternehmens zu hinterlegen, um diese für die Methodenauswahl zu nutzen. Für die Methodenauswahl

wird zunächst eine Vorfilterung der Methoden basierend auf den Vorgaben des Anwenders, sowie den Angaben zum IST-Zustand der Entwicklungssituation durchgeführt. Anschließend werden weitere Kriterien für die Methodenauswahl herangezogen, um anschließend dem Anwender mehrere passende Methoden zur Auswahl zur Verfügung zu stellen. Die Entscheidung über die Anwendung einer Methode und die Aneignung notwendiger Kompetenzen obliegt dem Anwender und wird nicht durch das Methoden-Assistenz-System vorgegeben. (Bavendiek *et al.*, 2014)

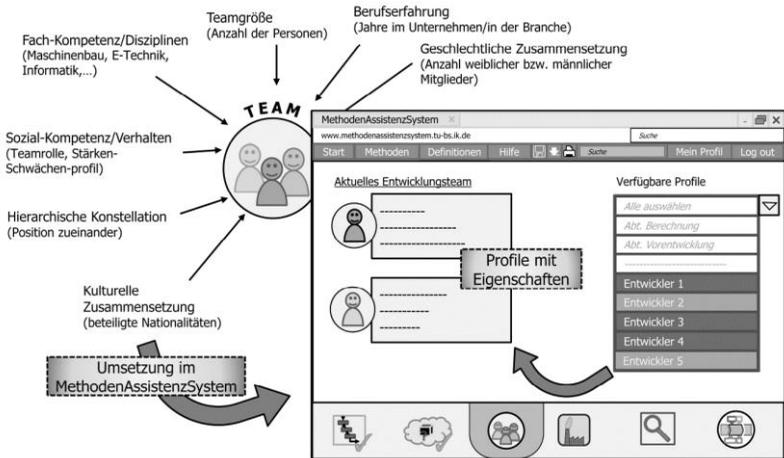


Abbildung 2.14: Faktoren zur Auswahl von Entwicklungsmethoden im Methoden-Assistenz-System (Bavendiek *et al.*, 2014)

2.3.3 Ansatz zur Methodenadaption nach BRAUN und LINDEMANN (2004)

BRAUN und LINDEMANN haben einen Ansatz zur Methodenadaption entwickelt, um insbesondere die methodische Produktentwicklung zu verbessern. Hierfür wurde zunächst ein Modell für die Methodenanwendung aufgebaut, welches unterschiedliche Kriterien zur Charakterisierung der Anwendung von Methoden umfasst. Die Kriterien lassen sich den Kategorien Ressourcen, Aufgabenstellung, Entwicklungssituation, Transfer und weiteren Eigenschaften zuordnen und sind in Abbildung 2.15 dargestellt. Für die Methodenadaption werden die Kriterien zur Methodenanwendung den Methodenattributen gegenübergestellt. Hieraus ergeben sich die aufgabenorientierte Adaption und die ressourcenorientierte Adaption von Methoden. Bei der aufgabenorientierten Methodenadaption werden sowohl die anvisierte Zielsetzung der Methodenanwendung, sowie der verfügbare Input berücksichtigt. Bei einer Abweichung der Zielsetzung der Methodenanwendung mit dem tatsächlich zu erreichendem Ergebnis durch die ausgewählte Methode wird zunächst geprüft ob eine Abweichung der Zielsetzung akzeptabel ist, um dementsprechend die Methode zu adaptieren, um die anvisierte Zielsetzung zu erreichen. Bei einer Abweichung des notwendigen und des verfügbaren Inputs für die Methodendurchführung, wird ebenfalls zunächst überprüft, ob eine Abweichung des Inputs akzeptabel ist. Dementsprechend kann es hier erforderlich sein den notwendigen Input für die Methodenanwendung zu generieren, bevor die eigentliche Methode durchgeführt werden kann. Bei der ressourcenorientierten Methodenadaption werden zunächst die verfügbaren und die erforderlichen Ressourcen für die Methodenanwendung abgeglichen. Bei einer Abweichung gibt es einerseits die Möglichkeit die verfügbaren Ressourcen innerhalb des Anwendungsfalls zu adaptieren und andererseits ist es möglich die Methoden an die verfügbaren Ressourcen zu adaptieren. Dementsprechend umfasst dieser Ansatz nicht nur eine Adaption der Methode selbst, sondern auch eine Adaption des Anwendungsfalls, insofern die Rahmenbedingungen nicht geeignet für die Methodendurchführung sind. (Braun & Lindemann, 2004)

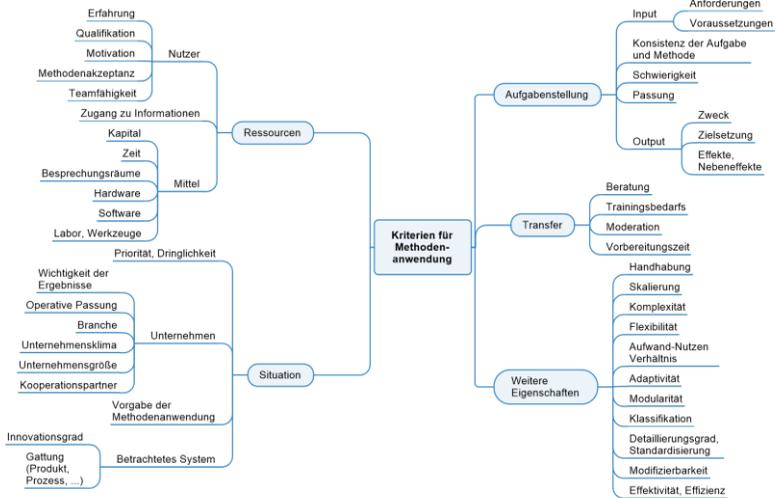


Abbildung 2.15: Kriterien für die Methoden-anwendung nach BRAUN und LINDEMANN (2004)

2.3.4 Ansatz für einen modularen Prozessbaukasten nach PONN et al. (2004; 2005; Ponn, 2007)

Weiterführend wurde von PONN et al. ein Ansatz für einen modularen Prozessbaukasten bestehend aus Prozessschritten und zugehörigen Entwicklungsmethoden entwickelt. Projektleiter können diesen Baukasten nutzen, um einen passenden Entwicklungsprozess inklusive zugehöriger Methoden aufzusetzen. Der Prozessbaukasten besteht dabei aus unterschiedlichen Prozessbausteinen, welche sich aus Artefakten, Tätigkeiten, Methoden und Hilfsmitteln zusammensetzen. Artefakte sind Objekte, die im Entwicklungsprozess erarbeitet werden und stellen dabei den Input und den Output eines Prozessbausteins dar. Tätigkeiten beziehen sich auf Schritte innerhalb des Prozesses, um einen Input in einen Output zu überführen. Methoden stellen ein planmäßiges Vorgehen dar, um Tätigkeiten strukturiert durchzuführen. Hilfsmittel werden vor allem bei der Durchführung der Methoden genutzt und können beispielsweise Vorlagen, Anleitungen, Software-Tools oder Informationsspeicher

sein. Für die Anwendung des Prozessbaukastens ergeben sich die zwei Verknüpfungsmechanismen der Prozessbausteine zu sogenannten Prozessnetzen und der Prozessbausteine mit Methoden. Die Verknüpfung der Prozessbausteine zu einem Prozessnetz ergibt sich aus den Informationen der Input- und Output-Artefakte, wodurch sogenannte Ursache-Wirkungsketten darstellbar sind. Für die Verknüpfung der Prozessbausteine mit Methoden und Hilfsmitteln gibt es zum einen die Möglichkeit der Verknüpfung von Grundtätigkeiten, aber auch die Bereitstellung von sogenannten Stories. Diese Stories beschreiben Methodenanwendungen aus der Praxis bei denen das behandelte System, die Entwicklungssituation, sowie die Prozesse, Methoden, Hilfsmittel und Artefakte beschrieben werden. Hierfür ist jedoch ein gewisser Formalismus notwendig, um die Praktikabilität des Ansatzes zu gewährleisten und Suchmechanismen zu ermöglichen. (Ponn *et al.*, 2004)

Als Weiterentwicklung des zuvor beschriebenen Prozessbaukastens haben PONN und LINDEMANN ein Prozessmodulset entwickelt, das entsprechend der Entwicklungssituation konfigurierbar ist. Hierbei wird zunächst die Entwicklungssituation hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien, die sich den drei Elementen Entwicklungsaufgabe, Entwickler bzw. Entwicklungsteam und den Randbedingungen zuordnen lassen charakterisiert. Die Kriterien haben je einen Einfluss auf die Prozessgestaltung und sind daher von Relevanz für die nachfolgende Charakterisierung des Entwicklungsprozesses. Hierfür gibt es ebenfalls Kriterien, die sich auf konkrete Eigenschaften des Prozesses beziehen, wie beispielsweise der Detaillierungsgrad, die Entwicklungsphase oder die Effizienz. Basierend auf diesen Charakterisierungen wurde ein Prozessmodulset entwickelt, das die zuvor beschriebenen Prozessbausteine umfasst. Das Prozessmodulset umfasst 30 generische Prozessbausteine, welche den sieben Elementen des Münchner Vorgehensmodells¹⁴ zugeordnet sind. Dieses Prozessmodulset kann nun für die Prozessanalyse, sowie für die Synthese eines neuen oder verbesserten Prozesses genutzt werden. Bei der Prozesssynthese werden ganze Abläufe mit Hilfe des Prozessmodulsets konfiguriert. Auf der operativen Ebene ist es hierbei möglich basierend auf der Entwicklungssituation passende Prozessbausteine vorzuschlagen. (Ponn & Lindemann, 2005)

¹⁴ siehe Abschnitt 2.2.3, Abbildung 2.9

2.3.5 Adaptive Produktentwicklungsmethodik nach MEIßNER et al. (2006a, 2006b; 2005)

MEIßNER und BLESSING definierten eine adaptive Produktentwicklungsmethodik, die eine Adaption des Entwicklungsprozesses basierend auf dem Entwicklungskontext ermöglicht. Hierfür wurde zunächst ein Modell zur Beschreibung des Entwicklungskontextes entwickelt (Gericke *et al.*, 2013). Für die Einbindung des Entwicklungskontextes bei der Prozessgestaltung wird der Kontext auf drei Ebenen betrachtet. Der langfristige Kontext umfasst Kontext-Faktoren, die sich nur langsam, über mehrere Jahre hinweg verändern. Diese Einflüsse fließen auf strategischer Ebene in die Gestaltung des Entwicklungsprozesses ein und erleichtern die projektspezifische Adaption des Entwicklungsprozesses. Der mittelfristige Kontext beinhaltet Kontext-Faktoren, die sich über die Projektlaufzeit verändern. Diese Faktoren werden bei der projektspezifischen Gestaltung des Entwicklungsprozesses berücksichtigt. Beim kurzfristigen Kontext handelt es sich um Faktoren, die sich unvorhergesehen und sehr dynamisch ändern können. Hierfür ist eine dynamische Anpassung des Entwicklungsprozesses während des Projektes erforderlich. Für die Prozessgestaltung wurde eine modulare Struktur gewählt, um die organisatorische Planung des Prozesses durch die Auswahl und Neukombination der Module zu vereinfachen und um die Prozessanpassung auf operativer Ebene zu erleichtern. Ein Modul hat dabei definierte Modulschnittstellen und umfasst einen Teilprozess bzw. eine Aufgabe zur Lösung eines Teilproblems. Ein Modul kann beispielsweise die Produktspezifikation, die Projektplanung oder die Durchführung von Prototypentests sein. Bei der Durchführung der einzelnen Module können die Prozessanwender ihre individuelle Erfahrung und ihr Wissen in den Prozess einfließen lassen. Durch das Speichern der projektspezifischen Prozessgestaltung können neue Projekte aus den Prozessen der Vorgängerprojekte lernen. In Abbildung 2.16 wird eine Vorgehensweise dargestellt, wie der Entwicklungsprozess angepasst und adaptiert werden kann. Dabei wird der Entwicklungsprozess in die strategische, organisatorische und operative Ebene unterteilt. Der Entwicklungsprozess umfasst mögliche Meilensteine, sowie Tätigkeiten, deren Zusammenfassung in Module und somit auch die Definition der Modulgrenzen und -schnittstellen. Auf organisatorischer Ebene werden, die für den projektspezifischen Kontext relevanten Module miteinander verknüpft. Für die Projektplanung wird nachfolgend die Planung der einzelnen Module an verfügbare Ressourcen und Zeiten angepasst. Auf operativer Ebene wird durch die Modulverantwortlichen der jeweilige Teilprozess eines Moduls optimiert und es werden ebenfalls passende Methoden ausgewählt, angepasst und verknüpft. (Meißner & Blessing, 2006b, 2006a; Meißner *et al.*, 2005)

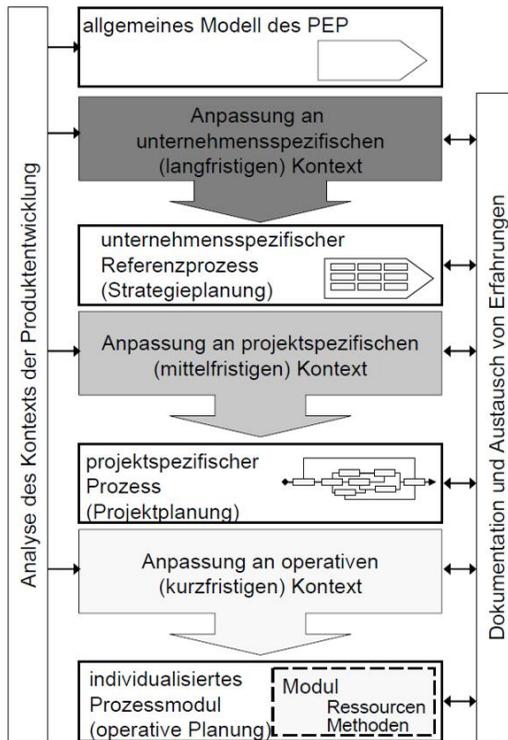


Abbildung 2.16: Ansatz zur Adaption des Entwicklungsprozesses nach MEIßNER & BLESSING (2006b)

2.3.6 Adapierbarer Entwicklungsprozess für die Mechatroniksystementwicklung nach HOLLAUER et al. (2017a; 2017b; 2018)

HOLLAUER et al. präsentierten einen adaptierbaren Entwicklungsprozess für die Mechatroniksystementwicklung, der eine Adaption des Referenzmodells basierend auf einer Analyse des Projektes und des organisatorischen Kontextes ermöglicht. Hierfür wurde zunächst ein generisches Referenzmodell entwickelt, welches eine Matrix bestehend aus einer Aktivitäts-Dimension und einer Organisations-Dimension aufspannt. Beide Dimensionen sind hierarchisch aufgebaut und beinhaltet mehrere Ausprägungen. Die Aktivitäts-Dimension umfasst auf der untersten Ebene unterschiedliche Entwicklungsaktivitäten. Die Organisations-Dimension inkludiert alle technischen und nicht-technischen Disziplinen, wie beispielsweise Software, Mechanik oder Marketing. Die unterste Ebene dieser Dimension beinhaltet die technische Expertise in den jeweiligen Disziplinen und zugehörige Rollen, wie auch spezifische Experten. Die Felder der aufgespannten Matrix können nun mit Hilfe von Methoden, Produktmodellen oder Schnittstellen zu anderen Prozessen weiter konkretisiert werden. (Hollauer *et al.*, 2017a, S. 5 ff.)

Dieses Referenzmodell soll von Projektleitern mit Hilfe der in Abbildung 2.17 dargestellte Methodik, für ein spezifisches Entwicklungsprojekt adaptiert werden. Im ersten Schritt geht es um die Identifikation und die Analyse der Unternehmensstruktur, sowie von Vorgängerprojekte und der Dokumentation des IST-Prozesses und dessen Zielsetzung. Anschließend wird bei der Datenerhebung das Entwicklungsprojekt charakterisiert, z.B. Teamgröße, Budget, sowie interne und externe Kontextfaktoren erhoben und bei der Kontext-Analyse zusammengeführt, um Abhängigkeiten zu identifizieren. Bei der Prozessgestaltung werden basierend auf der vorigen Kontext-Analyse unterschiedliche Optionen des Entwicklungsprozesses gestaltet und die für den Anwendungsfall passendste Prozessoption wird anschließend implementiert. Im letzten Schritt der Methodik wird der Entwicklungsprozess weiterentwickelt und hinsichtlich der Faktoren Kosten, Qualität und Zeiteffizienz optimiert. (Hollauer *et al.*, 2017b)

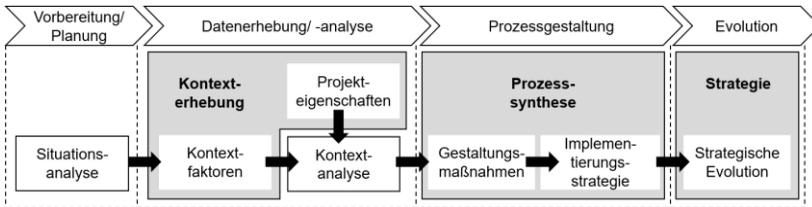


Abbildung 2.17: Methodik Entwurf für die Erhebung prozessualer Einflussfaktoren nach HOLLAUER et al. (2017b, S. 4)

2.3.7 Weitere adaptive Prozesse

Zusätzlich zu den bereits ausführlich beschriebenen adaptiven Entwicklungsprozessen gibt es weitere Arbeiten, die nachfolgend kurz vorgestellt werden.

COOPER (2016) hat ein Agile-Stage-Gate-Hybridmodell entwickelt, um die Vorteile von Stage-Gate- und agilen Prozessen zu kombinieren. (Cooper, 2016)

RIESENER et al. (2018) entwickelten ein Rahmenwerk zur Unterstützung der prozessbezogenen Kombination von agilen und plangesteuerten Ansätzen in Designprojekten. (Riesener *et al.*, 2018)

GÖTZ und MAIER haben einen adaptiven Produktentwicklungsprozess generiert, der sich nicht an veränderliche Rahmenbedingungen im Unternehmen, sondern an das zu entwickelnde Produkt adaptiert. (Götz & Maier, 2007)

HALLERBACH et al. haben einen Ansatz mit zugehörigem IT-Tool entwickelt, mit dem die Konfiguration von Prozessvarianten durch die Anwendung von kontextabhängigen Veränderungen des Basisprozesses erleichtert werden soll. Der Ansatz beinhaltet sogenannte Kontext-Regeln, die je nach Ausprägung der Kontext-Faktoren als „wahr“ bewertet werden und auf den Basisprozess angewendet werden. Zudem ist es möglich die Prozessvariante während der Prozessdurchführung neu zu konfigurieren. (Hallerbach *et al.*, 2008, S. 3 ff.)

KUNAR und YAO forcieren in ihrem Beitrag die Gestaltung und das Management von flexiblen Prozessvarianten von Geschäftsabläufen mit Hilfe von Vorlagen und Regeln. Hierfür haben sie einen Algorithmus zur Variantenkonfiguration entwickelt, der einen Prozessbaum erzeugt und dies prototypisch implementiert. Die generierten Prozessvarianten müssen jedoch zunächst von einem Fachexperten hinsichtlich Compliance mit geltenden Normen und Richtlinien geprüft werden, bevor der Prozessdesigner eine für seinen Anwendungsfall passende Prozessvariante auswählen kann. (Kumar & Yao, 2012)

MACCORMACK et al. haben einen flexiblen Prozess entwickelt, der für die Entwicklung neuer Produkte in der Softwareindustrie genutzt werden soll. Hierbei spielt die architektonische Gestaltung eine wichtige Rolle für die Produktleistung, sowie dem Ermöglichen eines flexiblen Entwicklungsprozesses. (MacCormack *et al.*, 2001)

NUNES et al. haben einen kontextabhängigen Ansatz entwickelt, der eine dynamische Adaption von Geschäftsprozessen in Echtzeit ermöglichen soll. Der Ansatz umfasst eine computerbasierte Unterstützung für die dynamische Prozessadaption durch das gezielte Managen des Kontextes. Dadurch kann die Passung der Prozessinstanz zu den Bedarfen und Zielen der Anwender und der Organisation geprüft werden. Es können neue Situationen identifiziert werden, die neue prozessuale Vorgehensweisen erfordern und das Verständnis, wie der Kontext den Prozess beeinflusst, sowie Prozessverbesserungen können dadurch weiterentwickelt werden. (Nunes *et al.*, 2011)

REDDING et al. stellen in ihrem Beitrag die Modellierung von flexiblen Geschäftsprozessen mit Hilfe von Business-Objekten vor. Dieser objektorientierte Ansatz ermöglicht die Modellierung von drei unterschiedlichen Flexibilitätsmustern, um so Geschäftsprozesse nicht als Ketten aus Aktivitäten, sondern als Interaktion mit Business-Objekten zu modellieren. (Redding *et al.*, 2009)

GAUSEMEIER und MOEHRINGER haben ein flexibles Vorgehensmodell für die Mechatroniksystementwicklung entwickelt, das Elemente für eine individuelle, situationspezifische Adaption umfasst. Hierbei dient das V-Modell als generische Grundlage mit einer Datenbasis von Prozessmodulen. Diese Prozessmodule repräsentieren Vorgehensweisen und Methoden für unterschiedliche Entwicklungsaufgaben. Entsprechend der jeweiligen Entwicklungsaufgabe können nun geeignete Prozessmodule ausgewählt und oder adaptiert werden. (Gausemeier & Moehring, 2003)

LI et al. haben einen Ansatz für die Optimierung der flexiblen Prozessplanung mit Hilfe genetischer Programmierung entwickelt. Ziel des Ansatzes ist die Effizienzsteigerung der Abläufe eines Produktionssystems. Grundlage hierfür ist ein Netzwerk der flexiblen Prozesspläne bestehend aus Operatoren und gerichteten Verknüpfungen. Zudem wurde ein mathematisches Modell der flexiblen Prozessplanung aufgesetzt, welches die Basis für die genetische Programmierung darstellt. (Li *et al.*, 2007)

KANNENGIESSER hat eine Methode entwickelt, um Prozessflexibilität zu spezifizieren und flexible Entwicklungsprozesse gestalten zu können. Der erste Schritt der Methode beinhaltet die Spezifikation einer robusten Prozessstruktur, welche bis zu einem definierten Detaillierungsgrad für alle Prozessvarianten Gültigkeit hat. Im nächsten Schritt werden die skalierbaren und modifizierbaren Änderungseffekte spezifiziert. Im letzten Schritt werden Veränderungsmechanismen beschrieben,

welche je nach Anforderung an den Prozess gültig sein können. (Kannengiesser, 2010)

2.4 Vergleich der Ansätze für adaptive Entwicklungsprozesse

Dieser Abschnitt beinhaltet einen wesentlichen Beitrag für die Klärung des Forschungsgegenstandes dieser Arbeit. Die im vorigen Abschnitt vorgestellten Ansätze für adaptive Entwicklungsprozesse werden in diesem Abschnitt verglichen, um so die Forschungslücke zu spezifizieren und Anforderungen an die Forschungszielsetzung dieser Arbeit zu synthetisieren.

Für diesen Vergleich werden Ansätze fokussiert, die in der Produktentwicklung Anwendung finden, den Prozessnutzer methodisch unterstützen und die eine Adaption des Entwicklungsprozesses an unterschiedliche Rahmenbedingungen ermöglichen. Die identifizierten Ansätze sind in Abschnitt 2.3 ausführlich beschrieben. Für den Vergleich der untersuchten Ansätze werden die nachfolgend aufgelisteten Kriterien und zugehörige Ausprägungen zu Grunde gelegt:

- **Anwender** des Ansatzes z.B. Entwickler, Entwicklungsteam, Projektleiter, Prozessautor
- **Zeitpunkt und Häufigkeit** der Anwendung des Ansatzes z.B. unabhängig von Projektbeginn, bei Projektbeginn, während Projekt, nach Projektdurchführung
- Berücksichtigte **Prozesselemente** z.B. Methoden, Aktivitäten, Artefakte
- **Struktur** bzw. **Aufbau** des Ansatzes z.B. modular, vernetzt, sequentiell, hierarchisch
- Berücksichtige **Einflüsse für die Adaption** des Ansatzes z.B. Entwicklungssituation, Entwicklungskontext, Prozessnutzer, zu entwickelndes System
- **Freiheitsgrade** des Ansatzes für den Anwender z.B. restriktive Vorgaben zur Prozessdurchführung, Empfehlung für Methodenauswahl, freie Konfiguration des gesamten Entwicklungsprozesses

Durch eine Voranalyse der Ansätze aus Abschnitt 2.3 wurde jedoch ersichtlich, dass nicht für jeden der Ansätze ausreichend Informationen zur Bewertung der zuvor erläuterten Kriterien vorliegen. Daher fokussiert sich der nachfolgende Vergleich auf die beschriebenen Ansätze in Abschnitt 2.3.1 bis Abschnitt 2.3.6. Dementsprechend werden diese sechs Ansätze in den nachfolgenden Abschnitten hinsichtlich der sechs zuvor genannten Kriterien gegenübergestellt, um Unterschiede, sowie Gemeinsamkeiten zu identifizieren.

2.4.1 Anwender des Ansatzes

In Tabelle 2.3 werden die Ansätze hinsichtlich des Anwenders, der den jeweiligen Ansatz nutzt und durchführt verglichen. Der Anwender ist ein wichtiger Stakeholder für die Gestaltung des Ansatzes, da seine Bedürfnisse adressiert und erfüllt werden sollten. Mögliche Anwender eines Ansatzes für flexible und adaptive Prozesse können die Entwickler oder das Entwicklungsteam, der Projektleiter, der Prozessautor oder eine Organisationseinheit, wie z.B. eine Abteilung oder ein ganzes Unternehmen sein.

Tabelle 2.3: Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich des Anwenders

Nr.	Name des Ansatzes	Quelle	Anwender
1	Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl	(Albers <i>et al.</i> , 2014)	Entwickler
2	Auswahl von Entwicklungsmethoden basierend auf Kompetenzen und Teambzusammensetzung	(Bavendiek <i>et al.</i> , 2014)	Entwicklungsteam
3	Ansatz für Methodenadaption	(Braun & Lindemann, 2004)	Methodennutzer
4	Modularer Prozessbaukasten	(Ponn & Lindemann, 2006)	Entwickler
5	Adaptive Produktentwicklungsmethodik	(Meißner & Blessing, 2006b)	Entwickler
6	Adaptierbarer Entwicklungsprozess für Mechatroniksystementwicklung	(Hollauer <i>et al.</i> , 2017b)	Organisationseinheit z.B. KMU ¹⁵

Aus den Beschreibungen der Ansätze in der Literatur ist hervorgegangen, dass der Ansatz für die situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl nach ALBERS *et al.*, der modulare Prozessbaukasten nach PONN und LINDEMANN, sowie die adaptive Produktentwicklungsmethodik nach MEISSNER und BLESSING für die Anwendung durch einen Entwickler konzipiert wurden. Hierbei wurde jedoch nicht weiter detailliert welche Kompetenzen und Erfahrungen dem Entwickler zugesprochen werden. Dementsprechend kann es sich bei einem Entwickler sowohl um einen erfahrenen

¹⁵ Kleines oder mittleres Unternehmen

Methodenanwender aber auch um unerfahrenen Entwickler handeln. Der Ansatz von BAVENDIEK et al. sollte dahingegen von einem Entwicklungsteam durchgeführt werden. In der Regel umfasst ein solches Entwicklungsteam heterogene Erfahrungen und Kompetenzen, sowie unterschiedliche Rollen. Der Ansatz zur Methodenadaption nach BRAUN und LINDEMANN verweist lediglich auf den Methodennutzer als Anwender des Ansatzes. Dieser Methodennutzer wurde jedoch nicht näher beschrieben, so dass es sich um jeden Mitarbeiter einer Organisation handeln kann, der eine Methode anwenden möchte. Im Beitrag von HOLLAUER et al. zum adaptierbaren Entwicklungsprozess wird kein Anwender des Ansatzes expliziert. Es kann lediglich herausgelesen werden, dass eine Organisationseinheit, z.B. ein Unternehmen den Ansatz anwenden kann. Jedoch wird hierbei nicht ersichtlich, wer der Anwender des Ansatzes ist und welche weiteren Rollen an der Anwendung des Ansatzes beteiligt sind.

Aus der Gegenüberstellung der forcierten Anwender der jeweiligen Ansätze geht hervor, dass die Ansätze vorwiegend für die Anwendung durch Entwickler konzipiert wurden. Hierbei wird jedoch nicht auf die Kompetenzen oder Erfahrungen eines jeweiligen Entwicklers eingegangen. Bei zwei der Ansätze ist zudem unklar, wer der eigentliche Anwender des Ansatzes in der Praxis sein kann. Zudem werden bei den Ansätzen keine weiteren Stakeholder, die ggf. für den Einsatz eines flexiblen oder adaptiven Prozesses relevant sind adressiert. Es wäre zu erwarten, dass in der Praxis neben dem Entwicklungsteam selbst ebenfalls der Projektleiter, Scrum Master oder Agile Coach Anwender der Ansätze sein können. Zudem berücksichtigt keiner der Ansätze Prozessautoren und benachbarte Rollen, die einen solchen Ansatz in einer jeweiligen Organisationseinheit realisieren und implementieren würden. Demnach ist eine detaillierte Untersuchung beteiligter Stakeholder in der Praxis notwendig, um ein ausreichendes Verständnis für die Entwicklung eines Ansatzes für flexible und adaptive Prozesse zu ermöglichen.

2.4.2 Zeitpunkt und Häufigkeit der Anwendung des Ansatzes

In Tabelle 2.4 werden die Ansätze hinsichtlich des Zeitpunktes und der Häufigkeit der Anwendung verglichen. Hierbei ist es möglich, dass die Anwendung eines Ansatzes an die Durchführung eines Projektes gekoppelt ist. So kann der Ansatz zu Projektbeginn für die Projektplanung genutzt werden, während das Projektes für die Anpassung des Projektplans bzw. für eine Methodenauswahl genutzt werden oder nach Projektende für eine retrospektive Untersuchung des IST-Prozesses eingesetzt werden. Zudem kann die Anwendung eines Ansatzes auch projektunabhängig sein, um beispielsweise einen neuen Entwicklungsprozess für eine bestimmte Abteilung zu konzipieren.

Tabelle 2.4: Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich des Zeitpunktes und der Häufigkeit der Anwendung

Nr.	Name des Ansatzes	Quelle	Zeitpunkt und Häufigkeit
1	Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl	(Albers <i>et al.</i> , 2014)	während dem Projekt
2	Auswahl von Entwicklungsmethoden basierend auf Kompetenzen und Teamzusammensetzung	(Bavendiek <i>et al.</i> , 2014)	während dem Projekt
3	Ansatz für Methodenadaption	(Braun & Lindemann, 2004)	während dem Projekt
4	Modularer Prozessbaukasten	(Ponn & Lindemann, 2006)	Projektbeginn (Projektplanung); während dem Projekt (situative Aktualisierung des Projektplans); nach Projektende (Analyse des IST-Prozesses)
5	Adaptive Produktentwicklungsmethodik	(Meißner & Blessing, 2006b)	Projektbeginn (Planung); während dem Projekt (Anpassung des PEPs)
6	Adaptierbarer Entwicklungsprozess für Mechatroniksystementwicklung	(Hollauer <i>et al.</i> , 2017b)	Initial um Entwicklungsprozess für Organisationseinheit zu erstellen

Die Ansätze nach ALBERS *et al.*, BAVENDIEK *et al.*, sowie PONN und LINDEMANN mit Fokus auf der situationsspezifischen Bereitstellung und Adaption von Methoden sind vorrangig für die Anwendung während Entwicklungsprojekten konzipiert. Der modulare Prozessbaukasten nach PONN und LINDEMANN wird initial zu Projektbeginn für die Projektplanung angewendet. Während des Projektverlaufs kann der Ansatz jedoch ebenfalls für die Aktualisierung des Projektplans genutzt werden. Zudem kann der Ansatz genutzt werden, um retrospektiv den IST-Prozess abgeschlossener Projekte zu analysieren. Die adaptive Produktentwicklungsmethodik nach MEIßNER und BLESSING wurde für die projektspezifische Planung des PEP zu Projektbeginn, sowie die Anpassung des PEP während der Projektdurchführung konzipiert. Der Ansatz nach HOLLAUER *et al.* soll vorwiegend projektunabhängig durchgeführt werden und dient der Erstellung bzw. Verbesserung des Entwicklungsprozesses in einer Organisationseinheit.

Zusammenfassend betrachtet, werden Ansätze, die der Methodenauswahl und Adaption dienen zwecks ihrer Abhängigkeit von der Entwicklungssituation während der Projektdurchführung angewendet. Wohingegen Ansätze die einen flexiblen Prozess beinhaltet, direkt für die initiale Projektplanung zu Beginn eines Projektes genutzt werden können. Während des Projektes können diese Ansätze außerdem zur Adaption des Projektplans genutzt werden. Einer der Ansätze kann außerdem für eine retrospektive Analyse von durchgeführten Entwicklungsprozessen genutzt werden. Ergänzend dazu zeigt der Ansatz nach HOLLAUER et al., dass es ebenfalls möglich ist einen Entwicklungsprozess projektunabhängig für eine Organisationseinheit basierend auf einem Referenzprozess zu adaptieren. Je nach Anwendungszeitpunkt eines solchen Ansatzes ergeben sich unterschiedliche Rahmenbedingungen und Anforderungen, die bei der Konzipierung des Ansatzes berücksichtigt werden müssen.

2.4.3 Berücksichtigte Prozesselemente des Ansatzes

In Tabelle 2.5 werden die Ansätze hinsichtlich der berücksichtigten Prozesselemente verglichen. Da ein Entwicklungsprozess in Abhängigkeit von seinem Zweck einen anderen Detaillierungsgrad aufweisen kann, ergeben sich verschiedene Prozesselemente. Beispielsweise kann ein Prozessmodell lediglich aus Meilensteinen und Phasen bestehen oder sich auf die methodische Unterstützung einzelner Entwicklungstätigkeiten fokussieren.

Die Ansätze für die Methodenauswahl und Methodenadaption umfassen lediglich Methoden als Prozesselemente. Bei diesen Ansätzen werden jedoch auch Entwicklungsaktivitäten für die Auswahl einer Methode berücksichtigt, diese sind aber nicht Bestandteil des Ansatzes. Der modulare Prozessbaukasten nach PONN und LINDEMANN beinhaltet sogenannte Prozessbausteine, die sich aus Artefakten, Tätigkeiten und ggf. Hilfsmitteln zusammensetzen. Zudem umfasst der Ansatz ebenfalls Methoden, die mit den Prozessbausteinen verknüpft werden können. Die adaptive Produktentwicklungsmethodik nach MEIBNER und BLESSING setzt sich, ähnlich zum vorigen Ansatz, aus sogenannten Modulen zusammen. Diese Module umfassen Teilprozesse, Tätigkeiten oder Aufgaben, die zur Lösung eines Teilproblems führen, sowie passende Methoden. Dementsprechend werden bei diesem Ansatz zwar unterschiedliche Prozesselemente berücksichtigt, jedoch sind sie in den Prozessmodulen starr miteinander verknüpft. Der Ansatz nach HOLLAUER et al. beinhaltet einen Referenzprozess, der durch Phasen, Aktivitäten, Methoden, Dokumente und Schnittstellen zu anderen Prozessen beschrieben wird.

Tabelle 2.5: Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der berücksichtigten Prozesselemente

Nr.	Name des Ansatzes	Quelle	Berücksichtigte Prozesselemente
1	Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl	(Albers <i>et al.</i> , 2014)	Methoden
2	Auswahl von Entwicklungsmethoden basierend auf Kompetenzen und Teambzusammensetzung	(Bavendiek <i>et al.</i> , 2014)	Methoden
3	Ansatz für Methodenadaption	(Braun & Lindemann, 2004)	Methoden
4	Modularer Prozessbaukasten	(Ponn & Lindemann, 2006)	Prozessbausteine (umfassen Artefakte, Tätigkeiten, ggf. Hilfsmittel) und Methoden
5	Adaptive Produktentwicklungsmethodik	(Meißner & Blesing, 2006b)	Module (umfassen Teilprozesse bzw. Tätigkeiten / Aufgaben zur Lösung von Teilproblemen und Methoden)
6	Adaptierbarer Entwicklungsprozess für Mechatroniksystementwicklung	(Hollauer <i>et al.</i> , 2017b)	Phasen, Aktivitäten, Methoden, Produktmodelle/Dokumente, Schnittstellen zu anderen Prozessen

Je nach Zielsetzung und Anwendungsbereich der Ansätze werden je andere Prozesselemente berücksichtigt. So werden in jedem der Ansätze Entwicklungsmethoden berücksichtigt, wohingegen die anderen Ansätze aus Prozessbausteinen bzw. -modulen zusammengesetzt werden. Lediglich der Ansatz nach HOLLAUER *et al.* adressiert unterschiedliche Typen von Prozesselementen, die miteinander verknüpft werden können. Jedoch wird in keinem der Ansätze eine Grundgesamtheit möglicher Prozesselementtypen beschrieben, die je nach notwendigem Detaillierungsgrad hinzugefügt oder ausgeblendet werden können.

2.4.4 Struktur bzw. Aufbau des Ansatzes

In Tabelle 2.6 werden die Ansätze hinsichtlich ihrer Struktur bzw. ihrem Aufbau verglichen. Die Struktur des Ansatzes kann durch die Art der Verknüpfung der Prozesselemente bewertet werden. Eine vernetzte Struktur kennzeichnet sich beispielsweise dadurch, dass die Prozesselemente miteinander verknüpft sind und es sich um keine 1-zu-1 Verknüpfung, sondern um eine n-zu-m Verknüpfung handelt. Eine hierarchische Struktur beschreibt die Zugehörigkeit von untergeordneten Prozess-

elementtypen, wie beispielsweise die Zugehörigkeit spezifischer Methoden zu den jeweiligen Entwicklungsaktivitäten. Eine modulare Struktur wird durch das Zusammenführen mehrerer Prozesselemente zu sogenannten Modulen beschrieben, wobei es keine starre Verknüpfung dieser Module gibt.

Die Ansätze zur Auswahl und Adaption von Methoden weisen eine vernetzte Struktur auf. Dies ergibt sich durch die Verknüpfung der Methoden mit den Einflussfaktoren zur Methodenauswahl bzw. -adaption und der netzartigen Verknüpfung der Methoden zueinander. Der Prozessbaukasten nach PONN und LINDEMANN weist durch die Prozessbausteine eine modulare Struktur mit einer hohen Vernetzung unter den Prozessbausteinen und Methoden auf. Durch die Zuordnung von Methoden zu den übergeordneten Prozessbausteinen wird ebenfalls eine hierarchische Struktur realisiert. Die adaptive Produktentwicklungsmethodik nach MEIßNER und BLESSING weist ebenfalls eine modulare und vernetzte Struktur durch die Prozessmodule und deren Verknüpfungen auf. Der Ansatz nach HOLLAUER et al. wird durch eine hierarchische Struktur charakterisiert. Dies ergibt sich aus der hierarchischen Darstellungsform der Prozesselemente als generisches Referenzmodell, welches je nach Anwendungsbereich modifiziert wird.

Tabelle 2.6: Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der Struktur bzw. dem Aufbau

Nr.	Name des Ansatzes	Quelle	Struktur bzw. Aufbau
1	Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl	(Albers <i>et al.</i> , 2014)	vernetzt
2	Auswahl von Entwicklungsmethoden basierend auf Kompetenzen und Teamzusammensetzung	(Bavendiek <i>et al.</i> , 2014)	vernetzt
3	Ansatz für Methodenadaptation	(Braun & Lindemann, 2004)	vernetzt
4	Modularer Prozessbaukasten	(Ponn & Lindemann, 2006)	modular, vernetzt, hierarchisch (Prozessbausteine und Methoden)
5	Adaptive Produktentwicklungsmethodik	(Meißner & Blessing, 2006b)	modular, vernetzt
6	Adaptierbarer Entwicklungsprozess für Mechatroniksystementwicklung	(Hollauer <i>et al.</i> , 2017b)	hierarchisch

Die Gegenüberstellung ergibt, dass die meisten der Ansätze eine vernetzte Struktur aufweisen, um so die geforderte Flexibilität zu erzielen. Durch eine Kombination dieser vernetzten Struktur mit einem modularen Aufbau des Prozesses wird die Adaptionfähigkeit der Ansätze realisiert. Es weisen nur wenige der Ansätze eine hierarchische Struktur auf, was durch die jeweils berücksichtigten Prozesselemente bedingt wird. Eine hierarchische Struktur kann hilfreich sein, um komplexe Entwicklungsprojekte mit vielen Abhängigkeiten strukturierter zu planen. Keiner der Ansätze weist eine sequentielle Struktur auf, was durch die Fokussierung auf Ansätze für flexible und adaptive Prozesse begründet ist.

2.4.5 Berücksichtigte Einflüsse für die Adaption des Ansatzes

In Tabelle 2.7 werden die Ansätze hinsichtlich der für die Adaption berücksichtigten Einflussgrößen verglichen. Hierbei kann beispielsweise der Entwicklungskontext genutzt werden, um den Prozess an die vorherrschenden Rahmenbedingungen anzupassen. Ebenfalls ist eine Adaption an die Anwender des Ansatzes, sowie an die zu einem jeweiligen Zeitpunkt vorherrschende Entwicklungssituation oder an das zu entwickelnde Produkt möglich.

Tabelle 2.7: Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der Einflussgrößen für die Adaption

Nr.	Name des Ansatzes	Quelle	Einflüsse für Adaption
1	Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl	(Albers <i>et al.</i> , 2014)	Situation
2	Auswahl von Entwicklungsmethoden basierend auf Kompetenzen und Teamzusammensetzung	(Bavendiek <i>et al.</i> , 2014)	Situation, Nutzer
3	Ansatz für Methodenadaption	(Braun & Lindemann, 2004)	Situation, Nutzer
4	Modularer Prozessbaukasten	(Ponn & Lindemann, 2006)	Situation
5	Adaptive Produktentwicklungsmethodik	(Meißner & Blessing, 2006b)	Kontext
6	Adaptierbarer Entwicklungsprozess für Mechatroniksystementwicklung	(Hollauer <i>et al.</i> , 2017b)	Kontext, initiale Situation, ggf. Produkt

Bei der situations- und bedarfsgerechten Methodenauswahl nach ALBERS *et al.* wird die Entwicklungssituation als Einfluss für die Auswahl einer passenden Methode genutzt. Diese Entwicklungssituation wird dabei durch Kriterien bezüglich des Zielsystems, Handlungssystems und Objektsystems charakterisiert. Die Ansätze von BAVENDIEK *et al.* und von BRAUN und LINDEMANN berücksichtigen neben der Entwicklungssituation ebenfalls den jeweiligen Nutzer des Ansatzes. Der modulare Prozessbaukasten nach PONN und LINDEMANN berücksichtigt als Einflussgröße für die Prozessadaption vorwiegend die Entwicklungssituation. Hierbei wird zwischen dem mittelfristigen Kontext, bestehend aus dem Entwickler / Team, Rahmenbedingungen, der Aufgabe sowie dem Produkt und dem kurzfristigen Kontext, bestehend aus der Ist- und Soll-Situation unterschieden. Der Ansatz nach MEISSNER und BLESSING berücksichtigt vor allem den Entwicklungskontext für die Adaption des Ansatzes. Für die Adaption des Ansatzes nach HOLLAUER *et al.* wird neben dem Entwicklungskontext ebenfalls die initiale Situation, sowie die Charakterisierung des zu entwickelnden Produktes berücksichtigt.

Aus der Gegenüberstellung geht hervor, dass jeder der Ansätze diverse Einflussfaktoren für die Adaption des Ansatzes berücksichtigt. Hierbei ergeben sich Überschneidungen der Begrifflichkeiten, wie beispielsweise zwischen dem Kontext und der Situation, welche je nach Ansatz unterschiedliche Einflussgrößen beschreiben. Einige der Ansätze berücksichtigen vorwiegend die Entwicklungssituation, welche

sich sehr dynamisch je nach Zeitpunkt im Projekt verändert. Dies trifft vor allem auf Ansätze zu, die eine methodische Unterstützung auf operativer Ebene forcieren.

2.4.6 Freiheitsgrade des Ansatzes

In Tabelle 2.8 werden die Ansätze hinsichtlich der Freiheitsgrade für den Anwender verglichen. Bei diesem Merkmal geht es vor allem um die Verbindlichkeit der jeweiligen Inhalte des Ansatzes. Das Ergebnis eines Ansatzes kann beispielsweise ein adaptierter Prozess sein, der als Empfehlung dient oder restriktive Vorgaben zur Durchführung des jeweiligen Entwicklungsprojektes umfasst.

Tabelle 2.8: Gegenüberstellung der Ansätze hinsichtlich der Freiheitsgrade

Nr.	Name des Ansatzes	Quelle	Freiheitsgrade
1	Situations- und bedarfsgerechte Methodenauswahl	(Albers <i>et al.</i> , 2014)	Empfehlung
2	Auswahl von Entwicklungsmethoden basierend auf Kompetenzen und Teambzusammensetzung	(Bavendiek <i>et al.</i> , 2014)	Empfehlung
3	Ansatz für Methodenadaption	(Braun & Lindemann, 2004)	Empfehlung
4	Modularer Prozessbaukasten	(Ponn & Lindemann, 2006)	Konfiguration, Stories / Best Practices, Vorgehensauswahl, Methodenauswahl
5	Adaptive Produktentwicklungsmethodik	(Meißner & Blesing, 2006b)	Konfiguration, Wissen aus Vorgängerprojekten
6	Adaptierbarer Entwicklungsprozess für Mechatroniksystementwicklung	(Hollauer <i>et al.</i> , 2017b)	Adaption des Referenzmodells

Die Ansätze zur Methodenauswahl und -adaption haben einen Empfehlungscharakter und somit liegt die Entscheidungshoheit über die Durchführung einer Methode beim Anwender des Ansatzes. Der Ansatz nach PONN und LINDEMANN beinhaltet die Konfiguration des Entwicklungsprozesses, wobei der Anwender keine Restriktionen hinsichtlich der Abfolge oder Durchführung bestimmter Prozessbausteine oder Methoden erhält. Zudem werden sogenannte Stories bereitgestellt, die dem Anwender als Best Practices für die Prozessdurchführung dienen. Der Ansatz nach MEIßNER

und BLESSING ermöglicht ebenfalls eine freie Konfiguration des Entwicklungsprozesses und beinhaltet Wissen aus Vorgängerprojekten. Der Ansatz nach HOLLAUER et al. forciert eine Adaption des Referenzmodells, um einen spezifischen Entwicklungsprozess zu konzipieren. Hierbei werden ebenfalls keine restriktiven Vorgaben zur Durchführung einzelner Prozesselemente gemacht, wobei das Referenzmodell als definierter Rahmen für den jeweiligen Entwicklungsprozess fungiert.

Die vorgestellten Ansätze haben überwiegend Empfehlungscharakter und forcieren das Befähigen des Anwenders, um eine Entscheidung über die Prozessgestaltung treffen zu können. Durch diese Ansätze ist es jedoch nur schwer möglich verpflichtende Prozesselemente, die durch die Gesetzgebung oder Richtlinien vorgegeben sind abzubilden und deren Durchführung nachzuvollziehen.

2.4.7 Fazit zum Vergleich der Ansätze für adaptive Entwicklungsprozesse

Durch den in diesem Abschnitt durchgeführten Vergleich von sechs Ansätzen für adaptive Entwicklungsprozesse konnten Stärken und Schwächen der bestehenden Ansätze hinsichtlich der sechs untersuchten Kriterien identifiziert werden. Basierend auf diesem Vergleich ergeben sich die in Tabelle 2.9 aufgelisteten Ausprägungen der Kriterien, welche ein Ansatz für adaptive Entwicklungsprozesse aufweisen sollte.

Tabelle 2.9: Erforderliche Kriterien für den Ansatz für adaptive Entwicklungsprozesse

Kriterium	Ausprägung
Anwender des Ansatzes	<ul style="list-style-type: none"> • Prozessautor für Konzipierung des adaptiven Entwicklungsprozesses • Projektleiter für Nutzung des adaptiven Entwicklungsprozesses
Zeitpunkt und Häufigkeit der Anwendung des Ansatzes	<ul style="list-style-type: none"> • Initiale Konzipierung des adaptiven Entwicklungsprozesses • Initiale Erstellung des SOLL-Prozesses • Kontinuierliche Anpassung des SOLL-Prozesses während Projektdurchführung • Kontinuierliche Projektdokumentation während und nach Projektdurchführung
Berücksichtigte Prozesselemente	<ul style="list-style-type: none"> • Abbildbarkeit aller Prozesselemente, die im jeweiligen Anwendungsfall erforderlich sind
Struktur bzw. Aufbau des Ansatzes	<ul style="list-style-type: none"> • Modular • Vernetzt • Hierarchisch
Berücksichtigte Einflüsse für die Adaption	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungskontext inklusive: <ul style="list-style-type: none"> • Nutzer • Produkt / System • Entwicklungssituation
Freiheitsgrade des Ansatzes	<ul style="list-style-type: none"> • Kombination von verpflichtenden Prozesselementen und empfohlenen Prozesselementen • Entsprechende Adaptionmöglichkeiten der verpflichtenden und empfohlenen Prozesselemente • Hinzufügen zusätzlicher / neuer Prozesselemente

Als **Anwender** der bestehenden Ansätze aus der Literatur wird der Entwickler forciert, jedoch obliegt die Projektplanung oftmals dem Projektleiter. Dementsprechend sollte ein flexibler Referenzprozess so gestaltet sein, dass er einem Projektleiter eine methodische Unterstützung gewährleistet. Zudem sollte der Ansatz ebenfalls die Konzipierung eines flexiblen Referenzprozesses durch einen Prozessautor umfassen. Der Prozessautor ist verantwortlich für die Gestaltung des Referenzprozesses und muss hierbei den Anforderungen der Stakeholder, insbesondere der Prozessnutzer gerecht werden.

Für den **Zeitpunkt und die Häufigkeit der Anwendung** des Ansatzes ergeben sich mehrere Anwendungsfälle. Zum einen soll der Ansatz initial durch den Prozessautor genutzt werden, um einen flexiblen Referenzprozess für einen definierten Geltungsbereich zu konzipieren. Zum anderen soll der flexible Referenzprozess dem Projektleiter bei der initialen Projektplanung, sowie zur methodischen Unterstützung während der Projektdurchführung dienen. Dementsprechend kann der Ansatz mehrmals während einem Entwicklungsprojekt angewendet werden.

Die **berücksichtigten Prozesselemente** des Ansatzes sollten sich in Abhängigkeit des erforderlichen Detaillierungsgrades des Anwendungsfalls ergeben. Bestehende Ansätze aus der Literatur umfassen je spezifische Typen von Prozesselementen, die in jedem Anwendungsfall Bestandteil des flexiblen Prozesses sind. Da es je nach Anwendungsfall jedoch erforderlich ist, unterschiedlichen Typen von Prozesselementen zu berücksichtigen, muss der Ansatz die Möglichkeit bieten beliebige Typen von Prozesselementen auszuwählen und für die Konzipierung eines flexiblen Referenzprozesses zu nutzen.

Bestehende Ansätze aus der Literatur weisen eine modulare und vernetzte **Struktur** auf, um so die geforderte Flexibilität des Referenzprozesses zu ermöglichen. Ergänzend hierzu ist eine hierarchische Struktur notwendig, die zum einen die Zuordnung untergeordneter Prozesselemente ermöglicht und zum anderen die Ausrichtung des Referenzprozesses an ein zu Beginn definiertes Ziel, wie beispielsweise den SOP¹⁶ in einem Automobilunternehmen ermöglicht.

Als **Einflussgrößen für die Adaption** des Referenzprozesses sollte für die initiale Projektplanung der Entwicklungskontext inklusive dem Prozessnutzer und den Charakteristika des zu entwickelnden Systems zu Grunde gelegt werden. Für die Adaption des SOLL-Prozesses während des Projektfortschrittes ist es notwendig die Entwicklungssituation zu berücksichtigen. Insbesondere Kontext-Faktoren mit einer

¹⁶ engl. start of production; dt. Produktionsstart

hohen Dynamik und einem großen Einfluss auf die Prozessgestaltung sind wichtige Einflussgrößen für die Adaption des Prozessmodells.

Bestehende Ansätze aus der Literatur weisen viele **Freiheitsgrade** für den Prozessnutzer auf und haben lediglich einen Empfehlungscharakter. Bei der Entwicklung von sicherheitskritischen oder stark regulierten Systemen ist es jedoch notwendig, dass bestimmte Prozesselemente verpflichtend durchgeführt werden müssen. Daher muss ein Ansatz verpflichtenden Prozesselementen und empfohlenen Prozesselementen kombinieren, um dem Prozessnutzer eine bestmögliche Unterstützung zu ermöglichen

3 Zielsetzung und Vorgehensweise

In diesem Kapitel wird basierend auf dem zuvor dargelegten Stand der Forschung die Zielsetzung dieser Arbeit vorgestellt. Anschließend wird die Vorgehensweise basierend auf bestehenden Forschungsansätzen beschrieben.

3.1 Zielsetzung

Die Zielsetzung dieser Arbeit wird zunächst durch die Darlegung der Forschungslücke, sowie des Forschungsbedarfs motiviert. Anschließend wird die Forschungsthese vorgestellt, welche im Zuge dieser Arbeit erforscht wird. Für die Untersuchung der Forschungsthese wurden drei konkretisierende Forschungsfragen formuliert, welche abschließend erläutert werden.

3.1.1 Forschungslücke

Die Forschungslücke der vorliegenden Arbeit ergibt sich aus der Überlappung der in Abbildung 3.1 dargestellten Forschungsgebiete.

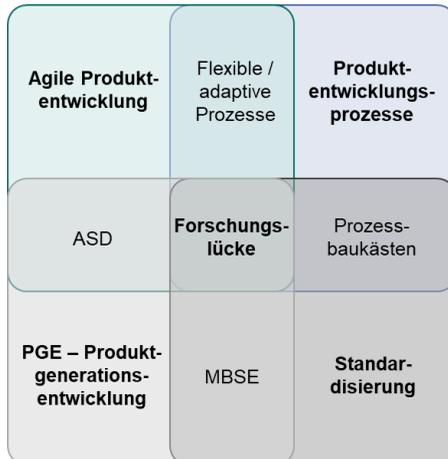


Abbildung 3.1: Eingrenzung der Forschungslücke der vorliegenden Arbeit

Durch die zunehmende Bedeutung von Agilität in der Produktentwicklung (Abschnitt 2.1.3), ist es erforderlich, dass die Produktentwicklungsprozesse (Abschnitt 2.2) die Agilität der Organisation zulassen und fördern. In diesem Bereich gibt es bereits diverse flexible / adaptive Prozesse und Methodenempfehlungen (Abschnitt 2.2.4.). In Kombination mit Standardisierungsmethoden (Abschnitt 2.1.5) gibt es bereits Vorarbeiten zu Prozessbaukästen, insbesondere von PONN und LINDEMANN (2005), die in der Schnittmenge zwischen Produktentwicklungsprozessen und Standardisierungsmethoden anzusiedeln sind. Die PGE – Produktgenerationsentwicklung (Abschnitt 2.1.1) fokussiert die Entwicklung neuer Produktgeneration basierend auf Referenzsystemen. Insbesondere MBSE¹⁷ ist ein geeigneter Ansatz für die Kombination der PGE mit der Produktstandardisierung. Im Kontext der agilen Produktentwicklung vereint der ASD - Agile Systems Design Ansatz (Abschnitt 2.1.3) die Grundlagen der PGE mit den agilen Prinzipien, um so Organisationseinheiten eine bedarfsgerechte Unterstützung für die agile Produktentwicklung zu liefern. Dementsprechend gibt es bereits Ansätze für flexible Prozesse, welche die agile Produktentwicklung durch ihren modularen Aufbau und die Berücksichtigung des Entwicklungskontextes unterstützen. Diese Ansätze wurden jedoch so konzipiert, dass bei der Prozessentwicklung nicht oder nur wenig bestehendes Prozesswissen aus der Organisationseinheit, dessen Umfeld, Normen und Richtlinien und der Literatur kombiniert und berücksichtigt wird. Zudem umfassen die Ansätze keinen Mechanismus für die kontinuierliche Verbesserung und Weiterentwicklung des jeweiligen flexiblen Prozesses bzw. Prozessbaukastens. Demnach stellt die Kombination der vier Forschungsgebiete die dieser Arbeit zugrundeliegende Forschungslücke dar.

3.1.2 Forschungsbedarf

Vorentwicklungsabteilungen verfolgen das Ziel, Systeme oder Technologien mit einem erhöhten Neuentwicklungsanteil und einem großen Innovationspotential zu entwickeln (Schröder, 2010). Da diese Vorhaben oftmals risikobehaftet sind und die Vorentwicklung in der frühen Phase des Produktentstehungsprozesses angesiedelt ist, ergibt sich ein hohes Maß an Unsicherheit für Vorentwicklungsprojekte (Albers *et al.*, 2017c). Aufgrund dieser Unsicherheit kann der Einsatz von agilen Vorgehensweisen einen erheblichen Beitrag zum Gelingen dieser unsicherheitsbehafteten Vorentwicklungsprojekte leisten (Schuh *et al.*, 2017). Jedoch ist es für Vorentwicklungsabteilungen in automobilen Unternehmen erforderlich eine Reihe an prozessualen Anforderungen zu erfüllen, wodurch der ausschließliche Einsatz agiler Vorgehensweisen unmöglich erscheint. Für die Auflösung solcher Zielkonflikte stellt der

¹⁷ Model-based Systems Engineering

ASD – Agile Systems Design Ansatz eine geeignete Möglichkeit für die agile Kombination von flexiblen und strukturierenden Elementen in der agilen Produktentwicklung dar (Albers *et al.*, 2019c). Für die Operationalisierung der agilen Kombination von flexiblen und strukturierenden Elementen in automobilen Vorentwicklungsprozessen, bietet sich insbesondere der Einsatz von Standardisierungsmethoden an. Hierdurch kann eine hohe äußere Vielfalt bei gleichzeitiger geringer innerer Vielfalt erzielt werden. Dies bietet Prozessanwendern die Möglichkeit, einen maßgeschneiderten Prozess für ihr Vorentwicklungsprojekt zu konfigurieren. Gleichzeitig kann der Aufwand für das Prozessmanagement deutlich reduziert und standardisiert werden, um so Prozessautoren zu entlasten. Als Grundlage hierfür eignen sich insbesondere flexible Prozesse der Produktentwicklung, die bereits eine situationsspezifische Adaption der Elemente von Entwicklungsprozessen forcieren. Insbesondere modulare Prozessbaukästen (Ponn & Lindemann, 2006) bergen ein großes Potential für die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente zur Unterstützung automobiler Vorentwicklungsprozesse.

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Beitrag dazu geleistet werden die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente für den Einsatz in automobilen Vorentwicklungsprojekten mit Hilfe eines modularen Prozessaufbaus zu operationalisieren. Durch diesen Beitrag sollen Entwicklungsprozesse auf den individuellen Entwicklungskontext maßgeschneidert werden können und bei unvorhergesehenen Veränderungen auf die neue Entwicklungssituation angepasst werden. Dies soll unter Berücksichtigung des verfügbaren Prozesswissens erfolgen, welches durch die Anwendung der maßgeschneiderten Entwicklungsprozesse kontinuierlich erweitert wird. Neben der Konzipierung eines geeigneten Modells für solche Prozessbaukästen ist es notwendig Organisationseinheiten eine methodische Unterstützung bei der Entwicklung und bei dem Einsatz solcher Prozessbaukästen zu bieten.

Die in Abschnitt 2.2.4 beschriebenen flexiblen Prozesse haben eine unterschiedliche Granularität und weisen verschiedene Typen von Prozessmodellen¹⁸ auf. Beispielsweise umfasst der Prozessbaukasten von PONN und LINDEMANN (2005) 30 Prozessmodule, die aus dem MVM (Lindemann, 2009) abgeleitet wurden und einen generischen Charakter haben. Demnach ist dieser Prozessbaukasten als generisches Meta-Modell einzuordnen. Im Gegensatz dazu adressieren die Ansätze von MEIßNER und BLESSING (2006b), sowie HOLLAUER *et al.* (2017b) die Entwicklung eines unternehmensspezifischen, flexiblen Referenzprozesses. Zudem berücksichtigt der Ansatz von MEIßNER und BLESSING (2006b) ebenfalls den projektspezifischen SOLL-Prozess innerhalb einer Organisationseinheit. Die vorliegende Arbeit

¹⁸ Siehe Abschnitt 2.2.1

forciert die Unterstützung eines Projektleiters bei der Erstellung des projektspezifischen SOLL-Prozesses, sowie dessen situationsspezifische Adaption während des Projektfortschritts. Als Grundlage hierfür soll das bestehende Prozesswissen aus Meta-Modellen, unternehmensspezifischen Referenzprozessen, sowie geplanten SOLL-Prozessen und dokumentierten IST-Prozessen kombiniert werden können. Dabei hängt es vom Anwendungsfall ab, ob es je ein geeignetes Meta-Modell bzw. einen Referenzprozess als Grundlage gibt oder ob mehrere berücksichtigt werden sollten. Durch die Aufbereitung dieses Prozesswissens wird ein sogenannter SOLL-Prozessbaukasten erstellt, der als Grundlage für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen fungiert. Dieser SOLL-Prozessbaukasten stellt einen gesonderten Prozesstyp dar.

Ziel dieser Arbeit

Diese Arbeit soll einen Beitrag zum Verständnis von SOLL-Prozess Baukästen für die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente in SOLL-Prozessen leisten. Ein SOLL-Prozess Baukasten umfasst das bestehende Prozesswissen einer Organisationseinheit. Durch die gezielte Übernahme, sowie Adaption der bestehenden Prozesselemente und deren Rekombination sollen SOLL-Prozess Vorschläge instanziiert und konfiguriert werden. Diese SOLL-Prozess Vorschläge sind auf das jeweilige Entwicklungsprojekt maßgeschneidert, um den Projektleiter bei der Projektplanung bestmöglich zu unterstützen. Hierdurch soll die Erstellung realistischer SOLL-Prozesse durch den Projektleiter gefördert werden.

Aus dem Ziel dieser Arbeit ergibt sich, dass ein solcher Ansatz Prozessautoren bei der Identifikation von Prozessanforderungen und der Konzipierung eines geeigneten SOLL-Prozess Baukastens für eine spezifische Organisationseinheit unterstützen soll. Zudem soll eine Projektmanagementmethode Projektleiter bei der Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens unterstützen und so die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse fördern.

Im Kontext dieser Arbeit gilt ein SOLL-Prozess als realistisch, wenn dieser anwendbar und durchführbar, hinsichtlich der geplanten Ressourcen und der Einhaltung von Terminen bzw. definierten Meilensteinen ist. Dies kann retrospektiv durch die Abweichung zum tatsächlich durchgeführten IST-Prozess gemessen werden. Prospektiv kann dies nur subjektiv durch einen erfahrenen Projektleiter bewertet werden.

In den Anwendungsbereich der vorliegenden Arbeit fallen vorwiegend automobiler Vorentwicklungsabteilungen insbesondere im Bereich Elektrik / Elektronik, da dieser durch die Digitalisierung derzeit von erhöhten Prozessunsicherheiten geprägt wird.

Anwendungsbereich dieser Arbeit

Der Anwendungsbereich dieser Arbeit fokussiert vor allem Organisationseinheiten mit einer sehr hohen Projektdivergenz, einer hohen Dynamik des Umfeldes und einer hohen Unsicherheit hinsichtlich des Produkterfolges, insbesondere der technischen Unsicherheit, Marktunsicherheit und Prozessunsicherheit durch neue Richtlinien. Die Projekte der Organisationseinheit zeichnen sich durch heterogene Anforderungen an den übergeordneten Referenzprozess aus.

3.1.3 Forschungsthese

Der zuvor dargelegten Zielsetzung dieser Arbeit liegt eine Forschungsthese zu Grunde. Sie stellt die Basis für die nachfolgenden Untersuchungen dar und dient als zentrale Annahme für die Forschungsfragen in dieser Arbeit.

Forschungsthese

Der Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens führt zu einer Vereinfachung des Prozessmanagements heterogener Entwicklungsprojekte, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und fördert die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse durch einen Projektleiter.

3.1.4 Forschungsfragen

Basierend auf der zuvor formulierten Forschungsthese und dem zugrundeliegenden Forschungsbedarf dienen die nachfolgenden Forschungsfragen der Operationalisierung des Zielsystems dieser Arbeit.

1. Welche Anforderungen ergeben sich an einen Entwicklungsprozess für automobiler Vorentwicklungsprojekte?

Die erste Forschungsfrage forciert die Identifikation von Anforderungen an einen Entwicklungsprozess für automobiler Vorentwicklungsabteilungen. Zudem sollen bestehende Entwicklungsprozesse hinsichtlich ihrer Erfüllung dieser Anforderungen geprüft werden, um so weitere Anforderungen, Ziele und Randbedingungen zu synthetisieren und das Zielsystem dieser Arbeit zu konkretisieren.

2. Welche systematische Unterstützung ist erforderlich, um Projektleiter automobiler Vorentwicklungsprojekte bei der Entwicklung von realistischen SOLL-Prozessen, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, zu fördern?

Durch die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage soll ein Ansatz entwickelt werden, der das konkretisierte Zielsystem aus der ersten Forschungsfrage bestmöglich erfüllt.

3. Inwieweit wird durch diesen Ansatz die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, gefördert?

Die dritte Forschungsfrage fokussiert die Evaluation des entwickelten Ansatzes hinsichtlich des konkretisierten Zielsystems, sowie der Forschungsthese.

3.2 Vorgehensweise

Dieser Abschnitt erläutert die Vorgehensweise zur Beantwortung der Forschungsfragen des vorigen Abschnitts. Zunächst wird die methodische Vorgehensweise dieser Arbeit basierend auf der Design Research Methodology (DRM) dargelegt (Blessing & Chakrabarti, 2009). Nachfolgend werden die eingesetzten empirischen Methoden und die Untersuchungsumgebungen dieser Arbeit beschrieben.

3.2.1 Methodische Vorgehensweise nach DRM

Im Bereich der ingenieurwissenschaftlichen Forschung stellt DRM ein etabliertes Rahmenwerk für die iterative Erforschung von Entwicklungsmethoden und -prozessen dar. Aus diesem Grund wurde DRM als Rahmenwerk für die Durchführung dieser Arbeit gewählt. Abbildung 3.2 stellt die Interpretation von DRM für die vorliegende Arbeit dar. Nachfolgend wird die Vorgehensweise dieser Arbeit basierend auf DRM näher erläutert.

Die **Klärung des Forschungsgegenstandes** wurde bereits in Kapitel 2 dargelegt und führte zu der in Abschnitt 3.1 beschriebenen Zielsetzung dieser Arbeit. Zusätzlich wurden im Zuge einer Vorstudie Beobachtungen und Expertengespräche in einer automobilen Vorentwicklungsabteilung der AUDI AG durchgeführt, die zur Konkretisierung und Bestätigung des Forschungsgegenstandes führten.

	Methoden	Ergebnis
Klärung des Forschungsgegenstands Literaturbasiert	Literatur (Analyse), Vorstudie	Zielsystem der vorliegenden Arbeit Kap. 2 & 3
Deskriptive Studie I Umfassend	Empirische Daten (Analyse)	Anforderungen an Entwicklungsprozesse für automobile Vorentwicklungsprojekte Kap. 4
Präskriptive Studie Umfassend	Annahmen, Erfahrungen (Synthese)	Ansatz zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen Kap. 5
Deskriptive Studie II Initial	Empirische Daten (Analyse)	Evaluation des entwickelten Ansatzes Kap. 6

Abbildung 3.2: Interpretation von DRM für die vorliegende Arbeit

Weiterführend wird zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage die **deskriptive Studie I** durchgeführt. Hierfür werden empirische Methoden¹⁹ innerhalb der AUDI AG durchgeführt, um Anforderungen an einen Entwicklungsprozess für automobiler Vorentwicklungsprojekte zu identifizieren. Die Ergebnisse der deskriptiven Studie I werden in Kapitel 4 dargelegt.

Die **präskriptive Studie** dient der Beantwortung der zweiten Forschungsfrage und wird in Kapitel 5 vorgestellt. Diese Studie umfasst zum einen das Modell des SOLL-Prozess Baukastens, um so einen Beitrag für den Einsatz von Standardisierungsmethoden im Prozessmanagement zu leisten. Zum anderen wird im Zuge der präskriptiven Studie ein Vorgehensmodell vorgestellt, welches Prozessautoren bei der Identifikation von Prozessanforderungen unterstützt und die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen ermöglicht.

Abschließend wird die dritte Forschungsfrage im Zuge der **deskriptiven Studie II** beantwortet. Hierbei wird zunächst eine empirische Live-Lab²⁰ Studie zur Evaluation der prinzipiellen Realisierbarkeit des Ansatzes durchgeführt²¹. Anschließend wird

¹⁹ Siehe auch Abschnitt 4.1 Studiendesign und Entwicklungskontext der empirischen Erhebung

²⁰ Ein Live-Lab ist eine Untersuchungsumgebung, siehe auch Abschnitt 3.2.3

²¹ Siehe auch Abschnitt 6.1.1 Beschreibung der Live-Lab Studien

eine umfangreiche Anwendungsstudie in mehreren automobilen Vorentwicklungsabteilungen der AUDI AG durchgeführt, um neben der Anwendbarkeit des Ansatzes ebenfalls dessen Einfluss auf die Erstellung realistischer SOLL-Prozesse zu ermitteln²². Nachfolgend wird eine weitere Fallstudie in einem Unternehmen der Automobilindustrie in einem benachbarten Anwendungsbereich durchgeführt, um eine mögliche Übertragbarkeit ausgewählter Teile des Ansatzes zu evaluieren²³. Abschließend wird eine empirische Untersuchung mit Prozessautoren aus drei unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt, um den Nutzen des entwickelten Ansatzes gesamtlich zu evaluieren²⁴. Hierdurch soll insbesondere validiert werden, inwiefern der entwickelte Ansatz das Prozessmanagement vereinfacht, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität.

3.2.2 Empirische Methoden

Das zuvor beschriebene Rahmenwerk DRM dient der Strukturierung und Organisation von Forschungsprojekten. Für die jeweilige Durchführung der einzelnen Phasen von DRM können unterschiedliche empirische Methoden angewendet werden. Die Auswahl und Anwendung geeigneter empirischer Methoden hängt von der jeweiligen Zielsetzung der Studie, sowie den Gegebenheiten der Untersuchungsumgebung ab. Eine Unterstützung für die Auswahl passender Forschungsmethoden bietet das von MARXEN (2014) entwickelte Rahmenwerk zur Konstruktionsunterstützung auf Basis des integrierten Produktentstehungsmodells iPeM. Nachfolgend werden die in der vorliegenden Arbeit angewendeten Forschungsmethoden vorgestellt und deren Anwendung in der vorliegenden Arbeit beschrieben.

Die erste empirische Methode, die im Zuge dieser Arbeit angewendet wird, ist die Interviewstudie. Abbildung 3.3 zeigt den Steckbrief der Forschungsmethode „Interviewstudie“. Im Zuge dieser Arbeit werden die nachfolgenden drei Varianten der Interviewstudie angewendet:

- **Expertengespräche:** Der Einsatz von Expertengesprächen in dieser Arbeit verfolgt das Ziel, auf eine simple Art und Weise Informationen und Meinungen zu diversen Sachverhalten oder Problemen zu erlangen. Daher werden Expertengespräche im Zuge dieser Arbeit vor allem für die Vorbereitung von umfangreicheren Befragungen, für die inhaltliche Ergänzung von Umfragen und für die Konkretisierung von Informationen und Problemen genutzt. Für die Durchführung der Expertengespräche wurde mit diversen Experten ein Dialog zu einem

²² Siehe auch Abschnitt 6.2.1 Beschreibung der Anwendungsstudien bei der AUDI AG

²³ Siehe auch Abschnitt 6.3.1 Beschreibung der Transferstudie

²⁴ Siehe auch Abschnitt 6.4.1 Beschreibung der Interviewstudie

jeweiligen Thema geführt. Dem Gespräch liegt kein formaler Fragebogen zu Grunde, stattdessen wird versucht bestmöglich auf den Experten einzugehen, um hilfreiche Informationen zum jeweiligen Sachverhalt zu erhalten. Dementsprechend verlaufen Expertengespräche sehr unterschiedlich und variieren ebenfalls in ihrem Ergebnis.

- **Semistrukturierte Experteninterviews:** Im Zuge dieser Arbeit werden semistrukturierte Experteninterviews durchgeführt, um von einer Gruppe an Probanden vergleichbare Informationen zu erhalten, jedoch soll es möglich sein, auf Antworten des Probanden mit weiteren Fragen reagieren zu können. Daher werden semistrukturierte Experteninterviews in dieser Arbeit für die Evaluation des entwickelten Ansatzes mit mehreren Probanden genutzt.
- **Experteninterviews:** Für die Anwendung von Experteninterviews, im Zuge dieser Arbeit, wird ein Interviewleitfaden erstellt, der als Rahmenwerk für die Durchführung des Experteninterviews fungiert. Es wird lediglich ein Experteninterview für die Evaluation des Ansatzes in einem anderen Anwendungsbe- reich durchgeführt.

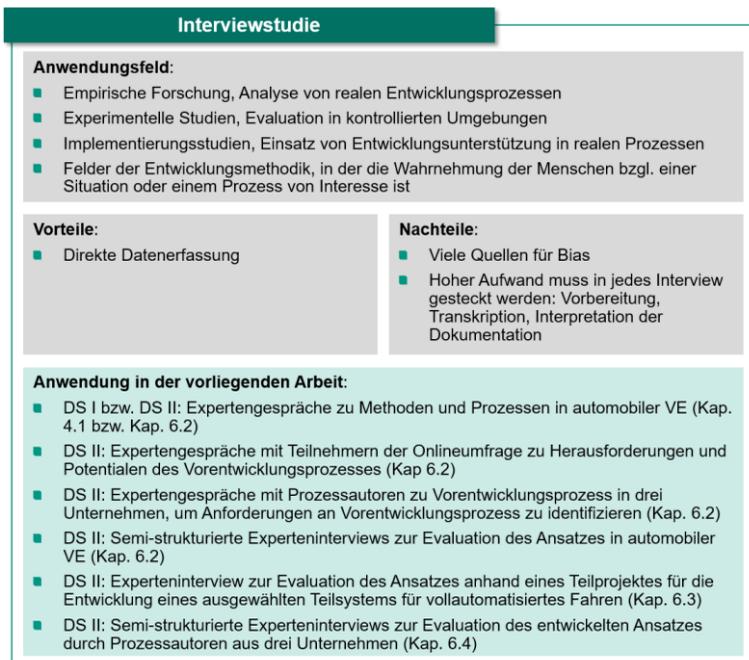


Abbildung 3.3: Steckbrief zur Forschungsmethode „Interviewstudie“ nach MARXEN (2014)

Die zweite empirische Methode, die im Zuge dieser Arbeit angewendet ist, sind Fragebögen, bzw. Umfragen, siehe Abbildung 3.4. Diese Methode wird in der vorliegenden Arbeit auf unterschiedliche Arten durchgeführt. Zunächst wird eine Onlineumfrage mit einer Vielzahl von Probanden durchgeführt, um Probleme und Anforderungen zu synthetisieren. Die Erstellung dieses Fragebogens basiert auf zuvor durchgeführten Expertengesprächen. Umfragen dienen der strukturierten Erfassung von Informationen zu einem Sachverhalt und werden in dieser Arbeit als Datengrundlage für die deskriptiven Studien genutzt. Neben der Onlineumfrage und ausgedruckten Fragebögen, werden Umfragen ebenfalls mit den zuvor beschriebenen Interviewstudien kombiniert, um sowohl qualitative als auch quantitative Daten erheben zu können.

Fragebogen bzw. Umfrage

Anwendungsfeld:

- Empirische Forschung, Analyse von realen Entwicklungsprozessen
- Experimentelle Studien, Evaluation in kontrollierten Umgebungen
- Anwendungsstudien, Einsatz von Entwicklungsunterstützung in realen Prozessen
- Felder der Entwicklungsmethodik, in der die Wahrnehmung der Menschen bzgl. einer Situation oder einem Prozess von Interesse ist

Vorteile:

- Direkte Datenerfassung
- Einfacher Zugang zu großen Auswahlgruppen, vor allem mit online Umfragen
- Es steht eine große Anzahl von Online-Umfrage-Tools zur Verfügung

Nachteile:

- Forscher kann nicht eingreifen
- Präzise Fragen müssen formuliert werden. Missverständnisse durch die Teilnehmer können die komplette Studie ruinieren

Anwendung in der vorliegenden Arbeit:

- DS I bzw. DS II: Onlineumfrage zu Problemen und Potentialen des automobilen Vorentwicklungsprozesses (Kap. 4.1 bzw. Kap. 6.2)
- DS II: Fragebogen zur Evaluation der Prozessmodule und des Projektplanungsworkshops für die Potentialfindung im Live-Lab IP 2018/19 (Kap. 6.1)
- DS II: Fragebogen zur Evaluation des Ansatzes im Live-Lab IP 2019/20 (Kap. 6.1)
- DS II: Fragebogen zur Charakterisierung des Entwicklungskontextes zur Ermittlung der Kontext-Abhängigkeit der Prozessmodule (Deliverables) in automobiler VE (Kap. 6.2)
- DS II: Fragebogen zur Evaluation des Ansatzes in automobiler VE (Kap. 6.2)
- DS II: Fragebogen zur Evaluation des Ansatzes anhand eines Teilprojektes für die Entwicklung eines ausgewählten Teilsystems für vollautomatisiertes Fahren (Kap. 6.3)

Abbildung 3.4: Steckbrief zur Forschungsmethode „Fragebogen“ nach MARXEN (2014)

Für die Evaluation des entwickelten Ansatzes werden Live-Lab Studien genutzt, siehe Abbildung 3.5. Diese Art von Studien ermöglicht die Anwendung des entwickelten Ansatzes in einer realitätsnahen Umgebung bei gleichzeitiger Kontrolle der Randbedingungen. Live-Lab Studien werden im Zuge dieser Arbeit genutzt, um die grundlegende Realisierbarkeit und Anwendbarkeit des entwickelten Ansatzes zu evaluieren und werden daher vor den Fallstudien durchgeführt. Eine genaue Beschreibung der Live-Lab Studie befindet sich in Abschnitt 6.1.1 und in Abschnitt 3.2.3 wird das Live-Lab als Untersuchungsumgebung beschrieben.

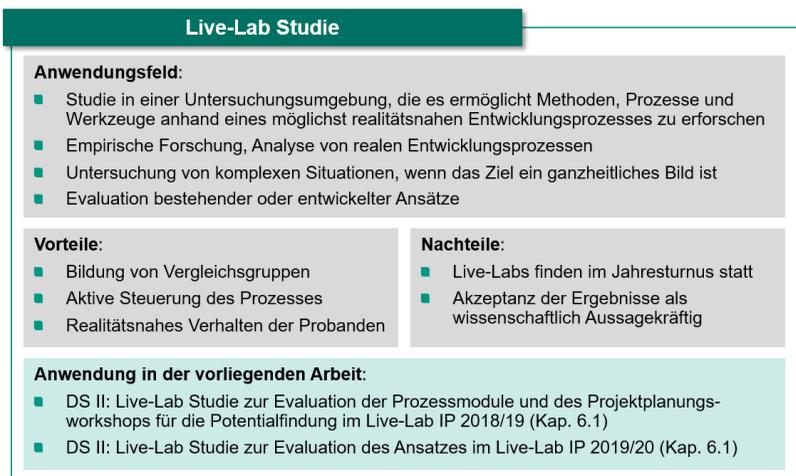


Abbildung 3.5: Steckbrief zur Forschungsmethode „Live-Lab Studie“ nach ALBERS et al. (2018c)

Neben den zuvor beschriebenen Methoden ist es im Zuge dieser Arbeit ebenfalls wichtig, bestehende Dokumente, Inhalte, etc. zu analysieren, um so zusätzliche Informationen zu gewinnen. Die Inhaltsanalyse, siehe Abbildung 3.6, wurde in der vorliegenden Arbeit im Zuge der Deskriptiven Studie II durchgeführt, um dokumentierte IST-Prozesse diverser Live-Labs zu analysieren und so relevante Prozesselemente und Prozessmuster für den Aufbau eines SOLL-Prozess Baukastens zu synthetisieren.

Inhaltsanalyse

Anwendungsfeld:

- Empirische Forschung, Analyse von realen Entwicklungsprozessen
- Menschzentrierte Forschung, die darauf abzielt Einblicke in Entwicklungsprozesse zu generieren. Der Forscher ist nicht Teil der Gruppe
- Forschung zur Analyse des Zusammenhangs zwischen Inhalten und dem Prozess

Vorteile:

- Die gesammelten Daten sind echt und nicht von der Forschung beeinflusst
- Kein Beobachter anwesend, daher keine Beeinflussung
- Wenig Aufwand für Forscher während der Datenerhebung

Nachteile:

- Gefahr überwältigender Datenmengen
- Zeitaufwändig
- Iterationen, die zur Definition des endgültigen Codierungsschemas erforderlich sind
- Keine Möglichkeit zur Feststellung der Vollständigkeit der Daten

Anwendung in der vorliegenden Arbeit:

- DS II: Inhaltsanalyse der dokumentierten IST-Prozesse diverser Live-Labs zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für das Live-Lab IP (Kap. 6.1)

Abbildung 3.6: Steckbrief zur Forschungsmethode „Inhaltsanalyse“ nach MARXEN (2014)

Im Zuge dieser Arbeit werden drei Fallstudien in unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt, siehe Abbildung 3.7. Für die Durchführung dieser Fallstudien wurden diverse empirische Methoden kombiniert und angewendet, wie beispielsweise Fragebogen, Interviewstudie und die „Denke laut“ Methode. Das Design der Fallstudien wird in den Abschnitten 6.2.1, 6.3.1 und 6.4.1 detaillierter beschrieben. Zudem werden in Abschnitt 3.2.3 die Untersuchungsumgebungen der Fallstudien erläutert.

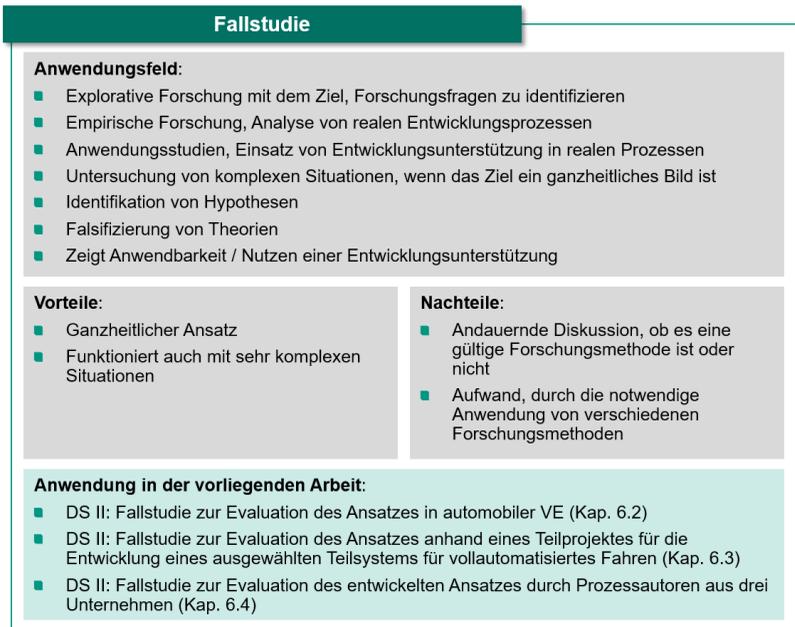


Abbildung 3.7: Steckbrief zur Forschungsmethode „Fallstudie“ nach MARXEN (2014)

Das retrospektive Protokoll wird im Zuge dieser Arbeit zur Erhebung und Rekonstruktion von durchgeführten IST-Prozessen genutzt, siehe Abbildung 3.8. Hierzu werden zunächst die relevanten Deliverables für automobiler Vorentwicklungsprojekte aus dem bestehenden Prozesswissen synthetisiert und mit Informationen angereichert. Im Zuge von Expertenworkshops wird die Methode retrospektives Protokoll angewendet. Hierbei werden den Projektleitern von Vorentwicklungsprojekten die zuvor aufbereiteten Deliverables als Kärtchen vorgestellt. Die Projektleiter sollen zunächst die in ihrem Projekt bereits entwickelten bzw. die geplanten Deliverables identifizieren. Anschließend ordnen die Projektleiter die relevanten Deliverables entsprechend ihrer zeitlichen Abfolge retrospektiv an. Hierdurch können Rückschlüsse auf Prozessmuster der Deliverables gezogen werden. Zudem ist es gewünscht, dass der Projektleiter während des Expertenworkshops die Deliverables entsprechend der durchgeführten Entwicklung präzisiert. Die Ergebnisse der Methoden-anwendung werden als Grundlage für die Konzipierung eines SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte genutzt.

Retrospektives Protokoll

Anwendungsfeld:

- Empirische Forschung, Analyse von realen Entwicklungsprozessen
- Menschzentrierte Forschung an Entwicklungsmethodik
- Wenn eine Zusammenfassung gegenüber Details bevorzugt wird

Vorteile:

- Entwicklungsaktivitäten bleiben durch Beobachter oder unnatürliche Situation unberührt
- Entwicklungsaktivitäten sind von realen industriellen Prozessen zugänglich
- Daten sind bereits zusammengefasst, wenn sie gesammelt werden

Nachteile:

- Produziert nicht viele Details, sondern eine zusammengefasste Version
- Indirekte Datensammlung, die Befragten können ungenaue Daten liefern (aufgrund von z. B. vergessenen Angaben und falschen Erinnerungen)

Anwendung in der vorliegenden Arbeit:

- DS II: Diverse Expertenworkshops zur Datenerhebung von durchgeführten IST-Prozessen in automobiler VE (Kap. 6.2)

Abbildung 3.8: Steckbrief zur Forschungsmethode „Retrospektives Protokoll“ nach MARXEN (2014)

Die „Denke laut“ Methode wird in der vorliegenden Arbeit für die Evaluation des entwickelten Ansatzes im Zuge der Fallstudie in der automobilen Vorentwicklung eingesetzt, siehe Abbildung 3.9. Während der Fallstudie werden Anwendungsstudien mit mehreren Probanden durchgeführt. Während der Anwendung des entwickelten Ansatzes durch den Probanden, soll dieser die „Denke laut“ Methode anwenden. Das bedeutet, dass der Proband laut ausspricht, was er während der Anwendung denkt. Hierdurch können Unklarheiten, Probleme, Vorteile und Verbesserungspotentiale des realisierten Ansatzes direkt identifiziert werden. Durch die Kombination dieser Methode mit semistrukturierten Experteninterviews und einem Fragebogen soll sichergestellt werden, dass ausreichend qualitative und quantitative Informationen während der Evaluation erhoben werden.

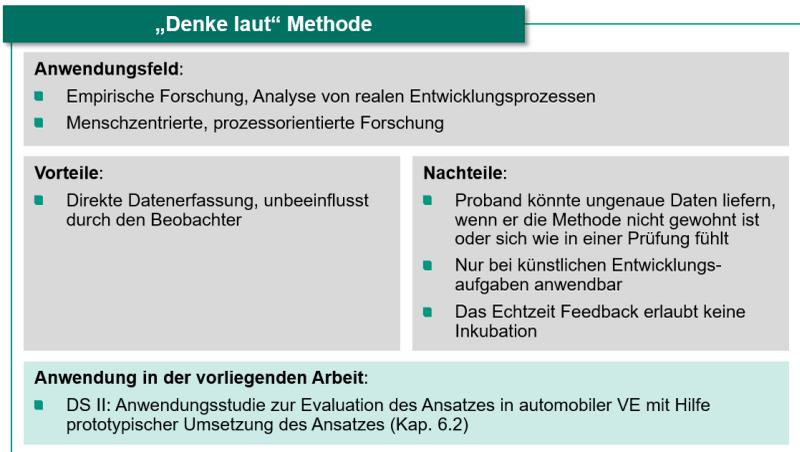


Abbildung 3.9: Steckbrief zur Forschungsmethode „Denke laut“ nach MARXEN (2014)

Die teilnehmende Beobachtung wurde im Zuge der zweiten Fallstudie angewendet, siehe Abbildung 3.10. Mit Hilfe dieser Methode ist es möglich, die Anwendung des entwickelten Ansatzes zu begleiten und als Teilnehmer Beobachtungen zu dokumentieren. Diese Beobachtungen können zu neuen Erkenntnissen bei der Evaluation des entwickelten Ansatzes führen. Diese Methode wird insbesondere bei der zweiten Fallstudie angewendet, da hier nur ein Teilprojektleiter den Ansatz über einen längeren Zeitraum anwendet und es für die Bewertung der Übertragbarkeit des Ansatzes, die zuvor erläuterten Methoden nicht ausreichend sind.

Teilnehmende Beobachtung

Anwendungsfeld:

- Empirische Forschung, Analyse von realen Entwicklungsprozessen
- Anwendungsstudien, Einsatz von Entwicklungsunterstützung in realen Prozessen
- Langzeitprojekte, welche Einblicke in Entwicklungsaktivitäten und Prozesse ermöglichen, indem die Datenquelle eine soziale Gruppe ist, in der der Forscher Mitglied wird

Vorteile:

- Direkte Datensammlung, da der Beobachter ein Teil der Datenquelle ist

Nachteile:

- Beobachtung kann die Entwickler von den Aktivitäten ablenken, die natürlichen Abläufe innerhalb des Teams werden gestört
- Gefahr der Unehrlichkeit, um sich in einem guten Licht darzustellen, wenn den Team-Mitgliedern bewusst ist, dass der Forscher unter ihnen ist

Anwendung in der vorliegenden Arbeit:

- DS II: Evaluation des Ansatzes anhand eines Teilprojektes für die Entwicklung eines ausgewählten Teilsystems für vollautomatisiertes Fahren (Kap. 6.3)

Abbildung 3.10: Steckbrief zur Forschungsmethode „Teilnehmende Beobachtung“ nach MARXEN (2014)

3.2.3 Untersuchungsumgebungen

In diesem Abschnitt werden die Charakteristika der Untersuchungsumgebungen, die in der vorliegenden Arbeit genutzt werden, beschrieben. Zunächst wird die Untersuchungsumgebung Live-Lab näher erläutert. Anschließend werden die Untersuchungsumgebungen der Fallstudien dargelegt.

Wie bereits im vorigen Abschnitt beschrieben, wurde für eine erste Evaluation der Anwendbarkeit des entwickelten Ansatzes dieser Arbeit eine umfassende **Live-Lab** Studie im Zuge der deskriptiven Studie II durchgeführt. Für die Charakterisierung der Untersuchungsumgebung dient die nachfolgende Definition von Live-Labs für die Forschung in der Produktentwicklung.

Definition Live-Lab

„Ein Live-Lab im Kontext der Produktentwicklung ist eine Untersuchungs-umgebung, die es ermöglicht, Methoden und Prozesse der Produktentwicklung in einem möglichst realen Entwicklungsprozess zu erforschen und gleichzeitig die Randbedingungen in hohem Maße gestalten zu können. Ziel hierbei ist es, Entwicklungsmethoden, Prozesselemente, Werkzeuge und Arbeitsweisen weiterzuentwickeln und zu evaluieren, um diese mehrwertstiftend der Praxis in Industrieunternehmen bereitstellen zu können.“ (Walter et al., 2016)

Dementsprechend vereinen Live-Labs sowohl eine gute Kontrollierbarkeit der Rahmenbedingungen, wie auch eine ausreichende Nähe zur Entwicklungspraxis in Unternehmen. Hierdurch kann sowohl eine mittlere bis hohe interne, aber auch externe Validität der Validierungsergebnisse erlangt werden (Albers *et al.*, 2018c). Für die Gestaltung der Untersuchungsumgebung für die Live-Lab Studie wurde das von ALBERS *et al.* (2018c) entwickelte Vorgehensmodell zur situationsspezifischen Adaption von Live-Labs für empirische Untersuchungen angewendet. Das Vorgehensmodell unterstützt dabei den Forscher bei der Charakterisierung des anvisierten Anwendungsbereichs in der Unternehmenspraxis und hilft bei der individuellen Gestaltung der Live-Lab Umgebung für die jeweilige Studie. Grundlage hierfür sind Attribute, wie beispielsweise Methodenanwender oder Projektmanagementenerfahrung des Methodenanwenders. Diese Attribute können unterschiedliche oder identische Attributausprägungen im Live-Lab und in der Unternehmenspraxis haben. Basierend auf der Gegenüberstellung der jeweiligen Attributausprägungen können Rückschlüsse auf den Geltungsbereich der Live-Lab Studie gezogen werden. Das heißt, dass die Aussagekraft einer Live-Lab Studie bei größeren Unterschieden der Attributausprägungen zwischen der Unternehmenspraxis und des Live-Labs nur sehr gering ist. Daher ist es wichtig, dies frühzeitig zu analysieren.

In Tabelle 3.1 werden die relevanten Attribute und Attributausprägungen der Anwendung in der Unternehmenspraxis und im Live-Lab IP 2019/20 dargestellt. Aus der Gegenüberstellung der Attributausprägungen der anvisierten Unternehmenspraxis und des Live-Labs IP 2019/20 wird ersichtlich, dass die Attributausprägungen der realen Anwendung überwiegend und ausreichend im Live-Lab IP 2019/20 abgebildet werden können. Lediglich die Ausprägungen der Attribute Projektmanagementenerfahrung und Horizont der Projektplanung können durch die Abweichung einen negativen Einfluss auf die wissenschaftliche Aussagekraft der Ergebnisse haben. Dies gilt es bei der Interpretation und Diskussion der Evaluationsergebnisse zu berücksichtigen.

Tabelle 3.1: Attributausprägungen der anvisierten Unternehmenspraxis und der Live-Lab Umgebung IP 2019/20

Relevante Attribute	Ausprägung Unternehmenspraxis	Ausprägung Live-Lab IP 2019/20	Anmerkung
Zeitpunkt der Methoden-anwendung	Zu Projektbeginn	Zu Beginn der Potentialfindungsphase	IST-Ausprägung ~ SOLL-Ausprägung und ist ausreichend für die Aussagekraft der Ergebnisse
Anwender	Projektleiter, ggf. mit Team	Projektteam	IST-Ausprägung ~ SOLL-Ausprägung und ist ausreichend für die Aussagekraft der Ergebnisse
Projektmanagementenerfahrung	0-20 Jahre	0 Jahre	IST-Ausprägung ~ SOLL-Ausprägung und kann negativen Einfluss auf die Aussagekraft der Ergebnisse haben
Horizont der Projektplanung	1-5 Jahre	3 Wochen	IST-Ausprägung <> SOLL-Ausprägung IST-Ausprägung konnte aufgrund restriktiver Rahmenbedingungen nicht verändert werden. Die Abweichung kann negativen Einfluss auf die Aussagekraft der Ergebnisse haben
Projektmanagement Tool	Jira, Excel, Post-Its	Excel, Post-Its	IST-Ausprägung ~ SOLL-Ausprägung und ist ausreichend für die Aussagekraft der Ergebnisse
Arbeitsweise	Vorwiegend agil	Vorwiegend agil	IST-Ausprägung = SOLL-Ausprägung
Planungsunsicherheit	Sehr hoch	Hoch	IST-Ausprägung ~ SOLL-Ausprägung und ist ausreichend für die Aussagekraft der Ergebnisse
Methodenkompetenz	Gering bis mittel	Gering bis mittel	IST-Ausprägung = SOLL-Ausprägung

Aufgrund der limitierten wissenschaftlichen Aussagekraft der Ergebnisse aus der Live-Lab Studie wurden weiterführende **Fallstudien** durchgeführt. Insgesamt wurden zwei Anwendungsstudien zur Evaluation des entwickelnden Ansatzes im Zuge von Fallstudien durchgeführt.

Die erste Fallstudie fokussiert die gesamtheitliche Evaluation des entwickelten Ansatzes und den Nachweis des Nutzens für automobiler Vorentwicklungsprojekte. Hierfür wird als Untersuchungsumgebung die Vorentwicklung der AUDI AG genutzt. Hierbei wurde die Fallstudie in unterschiedlichen Vorentwicklungsabteilungen durchgeführt. Der Hauptfokus der Fallstudie lag jedoch auf der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik (E/E), da Vorentwicklungsprojekte in diesem Fachbereich eine hohe Projektdivergenz aufweisen. Zudem ging aus der Vorstudie zur Klärung des Forschungsgegenstandes hervor, dass in der E/E Vorentwicklung verhältnismäßig agile Arbeitsweisen als in anderen Fachbereichen genutzt werden. Durch den anvisierten technischen Neuentwicklungsanteil der Vorentwicklungsprojekte, ergibt sich eine erhöhte Unsicherheit und somit ein höheres Entwicklungsrisiko (Heimicke *et al.*, 2020). Die Untersuchungsumgebung zeichnet sich zudem durch eine hohe Dynamik des Umfeldes aus. Diese Faktoren führen zu einer Erhöhung der Planungsunsicherheit, was zu einer sehr iterativen Vorgehensweise während der Vorentwicklungsprojekte führt. Die Untersuchungsumgebung zeichnet sich zudem durch die Verfügbarkeit von Referenzprozessen und Prozessenerfahrungen aus, wodurch bereits für viele der Vorentwicklungsprojekte eine methodische Unterstützung für die Erstellung von SOLL-Prozessen vorliegt.

Die zweite Fallstudie dient dem Ziel ausgewählte Aspekte des entwickelten Ansatzes in einem benachbarten Anwendungsbereich zu evaluieren, um so Erkenntnisse für eine mögliche Übertragbarkeit zu erlangen. Hierfür wurde als Untersuchungsumgebung ein Teilprojekt für die Entwicklung einer Komponente für vollautomatisiertes Fahren gemäß SAE²⁵ Level 5 ausgewählt. Dieses Teilprojekt wurde im Zuge eines Kooperationsprojektes zwischen einem deutschen Premium-Automobilhersteller mit einem großen deutschen Tier-1 Zulieferer der Automobilindustrie durchgeführt. Im Betrachtungsumfang der Fallstudie lag ein Teilprojekt in dem eine Komponente für die Realisierung einer vollautomatisierten Fahrfunktion entwickelt wird. Die Komponente umfasst hauptsächlich Softwareentwicklungsumfänge, beeinflusst jedoch ebenfalls zu entwickelnde Hardware. Das Teilprojekt ist auf der Prozess- und Pro-

²⁵ Society of Automotive Engineers

duktseite weitreichend vernetzt mit einer Vielzahl anderer Entwicklungsteams. Außerdem birgt die zu entwickelnde Komponente einen hohen Neuentwicklungsanteil, da es derzeit kein adäquates Referenzprodukt am Markt gibt. (Jäckle, 2019)²⁶

²⁶ Co-betreute Abschlussarbeit

4 Synthese von Prozessanforderungen

Dieses Kapitel untersucht die Herausforderungen bei der Anwendung von Prozessen und Methoden in Vorentwicklungsprojekten, um den Forschungsbedarf aus Perspektive der Entwicklungspraxis abzusichern.²⁷ Entsprechend den formulierten Forschungsfragen in Abschnitt 3.1.4, wird in diesem Kapitel die erste Forschungsfrage beantwortet.

1. Welche Anforderungen ergeben sich an einen Entwicklungsprozess für automobiler Vorentwicklungsprojekte?

Diese Forschungsfrage wird mit einer deskriptiven Studie beantwortet. Um die Herausforderungen von Prozessen und Methoden in automobilen Vorentwicklungsprojekten zu untersuchen wird eine Befragung von 96 Vorentwicklungsprojektleitern bei der AUDI AG durchgeführt. Diese empirische Studie unterteilt sich in drei Untersuchungsschwerpunkte. Zunächst wird die Anwendung von Prozessen und Methoden durch die Projektleiter untersucht. Anschließend wird die Heterogenität der Projekte quantifiziert und deren Einfluss auf die Prozessgestaltung untersucht. Nachfolgend werden Anforderungen an Prozesse und Methoden in Vorentwicklungsprojekten identifiziert. Diese Anforderungen werden genutzt, um geeignete Ausprägungen der in Abschnitt 2.2.2 identifizierten Prozessmerkmale für einen adaptiven Entwicklungsprozess zu definieren. Anschließend werden diese Ausprägungen mit den Kriterien, die sich aus der Klärung des Forschungsgegenstandes in Abschnitt 2.4 ergeben haben kombiniert, um abschließend die Anforderungen an einen Ansatz für adaptive Entwicklungsprozesse zur Unterstützung automobiler Vorentwicklungsprojekte zu spezifizieren.

²⁷ Die in Kapitel 4 dargestellten Untersuchungen sind in den Publikationen Wilmsen *et al.* (2020), Albers *et al.* (2021), veröffentlicht worden.

4.1 Studiendesign und Entwicklungskontext der empirischen Erhebung

Die nachfolgende Untersuchung wurde in unterschiedlichen Abteilungen der AUDI AG durchgeführt. Als Vorstudie wurden Expertengespräche mit unterschiedlichen Stakeholdern der automobilen Vorentwicklung durchgeführt. Mit Hilfe der Ergebnisse aus diesen Expertengesprächen konnte ein Fragebogen²⁸ für die nachfolgende empirische Untersuchung erstellt werden. Für die Untersuchung wurde ein Online-Fragebogen erstellt, dessen Link per E-Mail an eine Vielzahl der Vorentwicklungsprojektleiter (n=240) der AUDI AG versendet wurde. An der Befragung nahmen insgesamt 96 Mitarbeiter aus der Vorentwicklung teil. Insgesamt, waren 84% der Befragten Projektleiter von mindestens einem Vorentwicklungsprojekt und 9% der Befragten waren Mitarbeiter in einem Vorentwicklungsprojekt. Die verbleibenden 7% der Befragten haben noch nicht in einem Vorentwicklungsprojekt gearbeitet, hierzu zählten beispielsweise neue Mitarbeiter in Vorentwicklungsabteilungen oder Mitarbeiter, die eine koordinierende Rolle in der Vorentwicklung einnahmen. Diese 7% der Befragten haben nur einen Teil des Fragebogens beantwortet. Um Unternehmensgeheimnisse zu schützen, umfasst die folgende Beschreibung des untersuchten Entwicklungskontextes keine quantitativen Angaben.

Der Großteil der Befragten arbeitet in den Vorentwicklungsabteilungen Elektrik / Elektronik, Fahrwerk und automatisiertes Fahren, sowie Karosserie. Es gab außerdem Befragungsteilnehmer aus den Vorentwicklungsabteilungen Antrieb, Gesamtfahrzeug und Design. Die Hälfte der Befragten hat eine Arbeitserfahrung mit Vorentwicklungsprojekten von bis zu vier Jahren. Nichts desto trotz gab es ebenfalls Befragungsteilnehmer, die mehr als neun Jahre Arbeitserfahrung in Vorentwicklungsprojekten hatten.

Zur Charakterisierung des Entwicklungskontextes der analysierten Vorentwicklungsprojekte, wurde die Anzahl der involvierten Projektmitarbeiter, Abteilungen und externen Partner innerhalb der Vorentwicklungsprojekte untersucht. In ein paar der untersuchten Projekte, arbeitet der Projektleiter alleine an dem Projekt. Die Mehrheit der Befragten hat angegeben, dass das jeweilige Projektteam aus zwei bis drei Personen, inklusive des Projektleiters besteht. Außerdem haben ein paar der untersuchten Projekte mehr als sechs Projektmitarbeiter. Die Anzahl der in das Projekt involvierten Abteilungen variiert bei den meisten Projekten zwischen zwei, drei und vier Abteilungen. Lediglich in wenigen Projekten sind mehr als sechs unterschiedliche Abteilungen in das Projekt involviert. Die meisten Projekte arbeiten mit einem oder drei externen Partner zusammen und nur ein paar der Befragungsteilnehmer

²⁸ Der Fragebogen der empirischen Untersuchung befindet sich im Anhang

arbeiten ohne einen externen Partner in ihrem Projekt. Die Minderheit der Befragten gab an, dass sie mit mehr als sechs externen Partnern in ihrem Vorentwicklungsprojekt zusammenarbeiten.

Für die Klassifizierung der Vorentwicklungsprojekte wurden zwei Kriterien zu Grunde gelegt. Zum einen sollten die Befragungsteilnehmer in einer Mehrfachnennung auswählen, welche zentralen Endergebnisse ihr Vorentwicklungsprojekt hervorbringt und zum anderen sollten sie angeben wie sich die Verteilung der Entwicklungsumfänge in ihrem Projekt ausprägt.

Für die Bewertung des ersten Kriteriums konnten die Befragungsteilnehmer aus den zentralen Endergebnissen Enabler²⁹, Kundenfunktion, Algorithmus, UX/HMI³⁰-Konzept, mechatronisches Teilsystem, Service vor Kunde und Weitere auswählen. Diese zentralen Endergebnisse wurden durch eine Vorstudie mit Vorentwicklungsprojektleitern identifiziert. Hierbei ging es darum Differenzierungsmerkmale der Vorentwicklungsprojekte zu identifizieren, wodurch es teilweise zu Redundanzen bei den erarbeiteten Charakteristika der zentralen Endergebnisse kam. Bei der durchgeführten Studie (n=90) gab die Mehrheit der Befragungsteilnehmer an, dass sie in ihrem Vorentwicklungsprojekt die Entwicklung eines Enablers oder einer Kundenfunktion forcieren.

Die zweite Kategorie zur Klassifizierung der Vorentwicklungsprojekte adressiert die notwendigen Entwicklungsumfänge zur Erarbeitung der Ergebnisse des jeweiligen Vorentwicklungsprojektes. In Abbildung 4.1 werden die unterschiedlichen Projektkategorien entsprechend ihrer durchschnittlichen Entwicklungsumfänge dargestellt. Außerdem wird die Häufigkeit der Projektkategorien durch die Höhe der Balken und der rechten Spalte visualisiert.

²⁹ Als Enabler wird im untersuchten Unternehmen eine neue Technologie, Funktion oder Methode bezeichnet, die als notwendige Grundlage zur Realisierung einer bestimmten Funktionalität des zu entwickelnden Systems fungiert und somit diese Funktionalität ermöglicht. Diese sogenannten Enabler werden nur selten vom Endkunden wahrgenommen. Beispielsweise kann eine neue Übertragungstechnologie, wie 5G, als Enabler für automatisiertes Fahren fungieren.

³⁰ User Experience / Human-Machine-Interface

Projektkategorien	Durchschnittliche Entwicklungsumfänge der Projektkategorie (n=90) [%]				Häufigkeit der Projektkategorie
	Software	Mechanik	Elektronik	Weitere	
Gemischte Entwicklungsumfänge	31	27	26	17	31%
Überwiegend Software Entwicklungsumfänge	87	2	8	4	28%
Überwiegend Mechanik Entwicklungsumfänge	3	89	5	4	20%
Überwiegend Werkstofftechnik Entwicklungsumfänge	8	5	88		4%
Überwiegend Elektronik Entwicklungsumfänge	13	7	80		3%
Überwiegend UX/UI Entwicklungsumfänge	17	22	80		3%

Abbildung 4.1: Projektkategorien (links) basierend auf durchschnittlichen Entwicklungsumfängen (Mitte) (n=90) und Häufigkeit der Projektkategorien (rechts)

Hierbei konnten die Befragten prozentual angeben, wie groß der Anteil der Entwicklungsumfänge Software, Mechanik und Elektronik ist. Für die Befragten war es zudem möglich eine weitere Art von Entwicklungsumfängen zu ergänzen, wodurch ebenfalls Projekte mit größeren UX/UI oder Werkstofftechnik Entwicklungsumfängen abgebildet werden konnten. Wie in Abbildung 4.1A dargestellt, werden in 28% der analysierten Projekte überwiegend Software Entwicklungsumfänge benötigt. Das bedeutet, das alle Projekte, die dieser Projektkategorie zugeordnet sind sich durch durchschnittlich 87% Software und 8% Elektronik Entwicklungsumfänge auszeichnen. 31% der analysierten Projekte weisen gemischte Entwicklungsumfänge auf und werden durch durchschnittlich 31% Software, 27% Mechanik, 26% Elektronik und 17% andere Entwicklungsumfänge gekennzeichnet. Weiterführend weisen 20% der untersuchten Projekte überwiegend Mechanik Entwicklungsumfänge auf. Außerdem weisen ein paar der analysierten Projekte überwiegend Werkstofftechnik (4%), überwiegend Elektronik (3%) und überwiegend UX/UI (3%) Entwicklungsumfänge auf. 10% der Projekte konnten keiner dieser Projektkategorien zugewiesen werden, da sich die Verteilung der Entwicklungsumfänge nicht ausreichend mit den verfügbaren Projektkategorien deckt.

Basierend auf diesen Informationen lässt sich der Entwicklungskontext wie folgt zusammenfassen:

- **Branche:** Automobilindustrie
- **Phase im PEP:** Vorentwicklung bzw. Frühe Phase der PGE
- **Rolle:** Überwiegend Projektleiter (84%)
- **Fachbereiche:** Großteil aus E/E, Fahrwerk und automatisiertes Fahren, Karosserie; geringerer Anteil aus Antrieb, Gesamtfahrzeug, Design
- **Arbeitserfahrung in VE:** bis zu vier Jahre (~50%), mehr als vier Jahre (~50%)
- **Projektmitarbeiter:** relative Mehrheit der Projekte mit 2-3 Projektmitarbeitern
- **Involvierte Abteilungen:** Mehrheit der Projekte mit 2-4 Abteilungen
- **Externe Parteien:** relative Mehrheit mit 1 oder 3 externen Parteien
- **Zentrales Endergebnis:** Mehrheit forciert die Entwicklung eines Enablers oder einer Kundenfunktion als zentrales Endergebnis
- **Projektkategorien hinsichtlich Entwicklungsumfängen:** Großteil der Projekte weisen gemischte Entwicklungsumfänge (31%), überwiegend Software Entwicklungsumfänge (28%) oder überwiegend Mechanik Entwicklungsumfänge (20%) auf

4.2 Anwendung von Prozessen in Vorentwicklungsprojekten am Beispiel der AUDI AG

Basierend auf dem zuvor beschriebenen Entwicklungskontext der empirischen Untersuchung, wird in diesem Abschnitt zunächst die Anwendung von Prozessen und Methoden in Vorentwicklungsprojekten analysiert. Darauf aufbauend wird im nachfolgenden Abschnitt die Heterogenität der Vorentwicklungsprojekte und dessen Einfluss auf die Prozessgestaltung untersucht.

Zur Untersuchung des zugrundeliegenden Bedarfs für diese Forschungsarbeit, werden in Abbildung 4.2A der Überarbeitungsbedarf (n=31), in Abbildung 4.2B der Implementierungsbedarf (n=58) und in Abbildung 4.2C die Probleme (n=90) des Vorentwicklungsprozesses dargestellt.

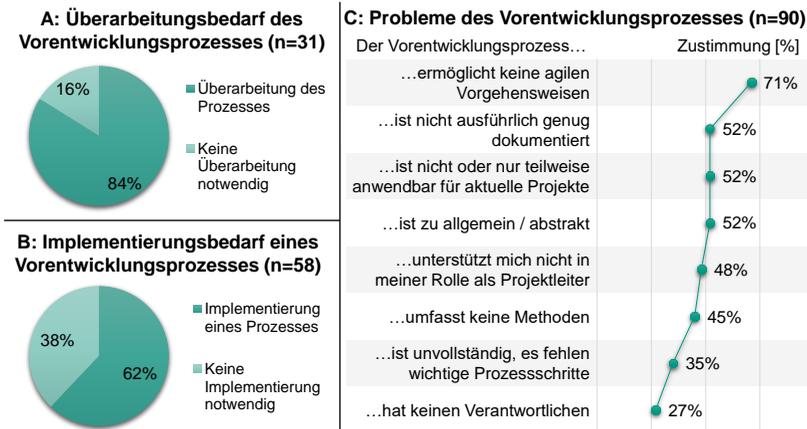


Abbildung 4.2: A: Überarbeitungsbedarf des Vorentwicklungsprozesses (n=31);
 B: Implementierungsbedarf eines Vorentwicklungsprozesses (n=58);
 C: Probleme des Vorentwicklungsprozesses (n=90)

Demnach gaben 84% (n=31) an, dass eine Überarbeitung des vorhandenen Vorentwicklungsprozesses notwendig ist. Zudem halten 62% (n=58) der Befragten die Implementierung eines Vorentwicklungsprozesses für erforderlich. Dadurch ergibt sich insgesamt die Aussage, dass 65% der Befragungsteilnehmer (n=90) einen Be-

darf für die Überarbeitung des bzw. die Implementierung eines Vorentwicklungsprozesses sehen. Weiterführend wurden die zugrundeliegenden Probleme des Vorentwicklungsprozesses analysiert, um den zuvor quantifizierten Bedarf nachvollziehen zu können. Demnach gaben 71% der Befragten (n=90) an, dass das Hauptproblem des Vorentwicklungsprozesses ist, dass er keine agilen Vorgehensweisen ermöglicht. Weitere Aspekte, die von 52% der Befragten (n=90) bemängelt wurden, sind die unzureichende Dokumentation, die schlechte Anwendbarkeit und der zu hohe Abstraktionsgrad des Vorentwicklungsprozesses. Zudem gaben 48% an, dass der Vorentwicklungsprozess sie nicht in ihrer Rolle als Projektleiter unterstützt und 45% empfanden es als ein Problem, dass der Vorentwicklungsprozess keine Methoden umfasst. Lediglich 35% der Befragten schätzten den Vorentwicklungsprozess als unvollständig ein und 27% sahen es als problematisch, dass es keinen Verantwortlichen für den Vorentwicklungsprozess gibt.

Um ein detailliertes Verständnis für die methodischen Probleme des Vorentwicklungsprozesses zu generieren, wurde die empirische Untersuchung auf Ebene der Vorentwicklungsaktivitäten vertieft. Die für diese Untersuchung genutzten Vorentwicklungsaktivitäten wurden durch eine Vorstudie mit fünf Vorentwicklungsprojektleitern identifiziert und lassen sich in übergeordneten Meta-Modellen verorten. Dementsprechend wird nachfolgend untersucht, bei welchen Vorentwicklungsaktivitäten die Befragten eine methodische Unterstützung benötigen, bzw. methodische Probleme haben.

In Abbildung 4.3 sind die 15 untersuchten Vorentwicklungsaktivitäten aufgelistet. Zudem ist der Anteil der Befragten (n=90), die bei der Durchführung der jeweiligen Vorentwicklungsaktivität eine methodische Unterstützung benötigen, bzw. methodische Probleme haben veranschaulicht. Demnach benötigen 59% der Befragten eine methodische Unterstützung bei der Kostenplanung und -abschätzung. Zum einen bezieht sich diese Vorentwicklungsaktivität auf die Abschätzung und Planung von Entwicklungs- und Investmentkosten und zum anderen mangelt es den Projektleitern an methodischer Kompetenz zur Berechnung eines Business Cases und zur Entwicklung von Geschäftsmodellen. Insbesondere die Vorentwicklungsaktivitäten Abstimmung und Klärung von Rechtsthemen (42%), sowie Informationsbeschaffung (38%) benötigen eine methodische Unterstützung. Zudem bedürfen 39% der Befragten eine methodische Unterstützung bei der Durchführung von Recherchen zu Kunden, Wettbewerbern, Patenten, Technologien, etc. Eine weitere Vorentwicklungstätigkeit bei der 30% der Befragten eine methodische Unterstützung benötigen, ist die Identifikation von Anwender-, Kunden- und Anbieternutzen. Im Gegensatz dazu, weisen die Vorentwicklungsaktivitäten Generierung von neuen Lösungsideen (13%), Bewertung und Auswahl von Lösungsideen (11%) und die

Entwicklung von Konzepten (11%) den geringsten Bedarf für eine methodische Unterstützung auf.

ID	Vorentwicklungsaktivitäten	Methodische Unterstützung benötigt (n=90)
1	Recherchen zu Kunden, Wettbewerbern, Technologien, etc.	39%
2	Identifikation von technischen Innovationspotentialen	20%
3	Identifikation von Anwender-, Kunden- oder Anbieternutzen	30%
4	Generierung von neuen Lösungsideen	13%
5	Bewertung und Auswahl von Lösungsideen	11%
6	Gestaltung und Entwicklung von technischen Konzepten	11%
7	Kostenplanung & -abschätzung (z.B. Geschäftsmodell)	59%
8	Vergleich von technischen Konzepten	16%
9	Prototypische Umsetzung von Konzepten	21%
10	Validierung (Absicherung Anwender- und Kundennutzen)	18%
11	Verifizierung (Absicherung technischen Machbarkeit)	17%
12	Dokumentation der Projektergebnisse	21%
13	Austausch und technische Abstimmung mit Serien-Fachbereich	27%
14	Informationsbeschaffung innerhalb des Unternehmen	38%
15	Abstimmung und Klärung von Rechtsthemen	42%

Abbildung 4.3. Untersuchte Vorentwicklungsaktivitäten bei der AUDI AG und Anteil der Befragten (n=90) die bei der Durchführung der jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten eine methodische Unterstützung benötigen oder methodische Probleme haben

4.3 Heterogenität von Vorentwicklungsprojekten und Einfluss auf Prozessgestaltung

Nachdem im vorigen Abschnitt die Vorentwicklungsaktivitäten hinsichtlich der auftretenden methodischen Probleme analysiert wurden, wird nachfolgend analysiert, in welchen Phasen des Vorentwicklungsprozesses welche Vorentwicklungsaktivitäten durchgeführt wurden. Die Phasenbezeichnungen des Vorentwicklungsprozesses entsprechen den Bezeichnungen, die im Referenzprozess des untersuchten Unternehmens zum Zeitpunkt der Befragung dokumentiert waren. Hierzu zählen die Phasen Analyse, Konzeption, Absicherung und Transfer. Zudem wurde die Priorisierung und Budgetierung als vorgelagerte Phase aufgenommen, da diese essentiell für den offiziellen Beginn eines Vorentwicklungsprojektes ist. Zudem konnte durch die Vorstudie mit mehreren Vorentwicklungsprojektleitern herausgefunden werden, dass es vor der Priorisierung und Budgetierung notwendig ist Projektideen zu finden und das Vorentwicklungsprojekt vorzubereiten. Da diese Phasen nicht im unternehmensspezifischen Referenzprozess für Vorentwicklungsprojekte beinhaltet sind, können diese Phasen von Projekt zu Projekt unterschiedlich ausgestaltet sein. Basierend auf der vorigen Ausführung, veranschaulicht Abbildung 4.4, dass die Anteile der Projekte ($n=90$), die eine bestimmte Vorentwicklungsaktivität in einer jeweiligen Phase durchführen ein hohes Maß an Heterogenität aufweisen. Demnach baut der größte Anteil der untersuchten Projekte (73%) einen Prototyp in der Konzeptionsphase auf. Dieser Zusammenhang klingt zunächst logisch, wobei mehr als ein Viertel der untersuchten Projekte entweder gar keinen Prototypen in ihrem Projekt aufbauen oder diese Aktivität zu einem anderen Zeitpunkt im Projekt durchführen. Weiterführend bauen 34% der analysierten Projekte einen Prototyp in der Absicherungsphase auf und 30% bauen einen Prototyp in der Analysephase auf. Sogar in der Phase zur Findung von Projektideen werden in 4% der Projekte Prototypen aufgebaut. Demnach gibt es eine Tendenz, dass die Vorentwicklungsaktivität Prototyp aufbauen in der Konzeptionsphase durchgeführt wird, jedoch passt dieser Zusammenhang nicht zu jedem Vorentwicklungsprojekt und kann durch unterschiedliche Projektkategorien und Entwicklungskontexte begründet werden. Ein weiteres Beispiel hierfür ist die Findung von Lösungsideen, welche von 52% der Projekte in der Analysephase durchgeführt wird. Außerdem wird diese Vorentwicklungsaktivität ebenfalls in der Phase zur Findung von Projektideen (42%), der Projektvorbereitung (47%), sowie der Konzeptionsphase (47%) verhältnismäßig häufig durchgeführt. Demnach gibt es Vorentwicklungsaktivitäten, die eine Passung zu bestimmten Phasen des Vorentwicklungsprozesses aufweisen. Im Gegensatz dazu werden die Vorentwicklungsaktivitäten Abstimmung mit Serien-FB und Informationsbeschaffung im Unternehmen von mehr als einem Viertel der untersuchten Projekte während jeder Phase durchgeführt.

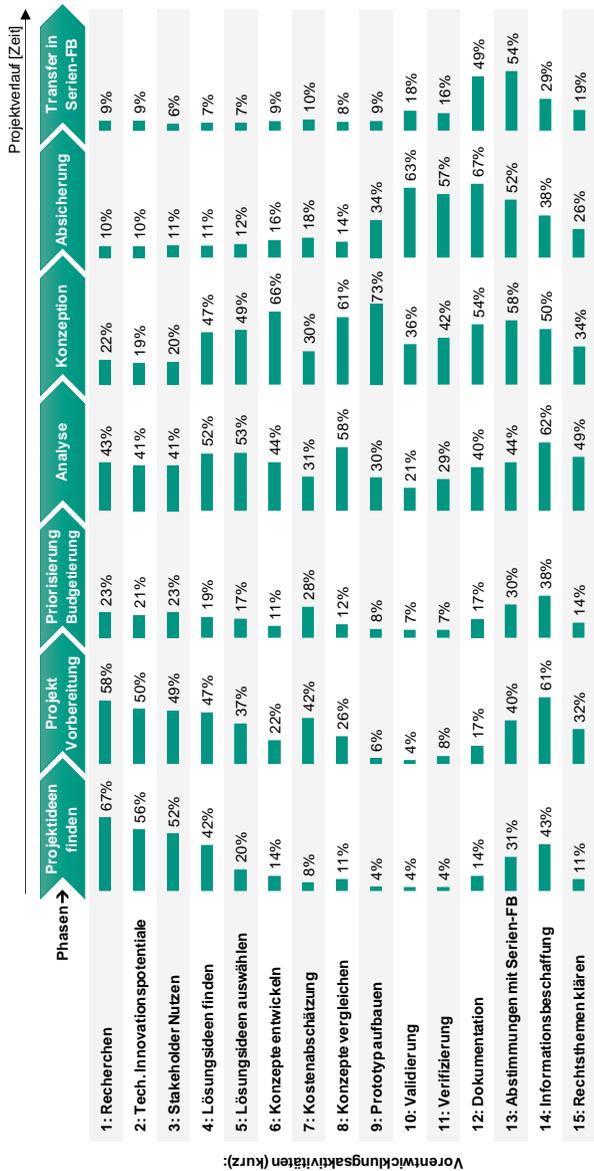


Abbildung 4.4: Anteile der Projekte (n=90), die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben

Die zuvor vorgestellte empirische Untersuchung zur Durchführung von automobilen Vorentwicklungsprojekten weist darauf hin, dass die untersuchten Projekte zwar Gemeinsamkeiten aufweisen, es teilweise jedoch große Unterschiede der IST-Prozesse gibt. Demnach würde ein gemeinsamer Referenzprozess, der für alle Vorentwicklungsprojekte Gültigkeit haben soll, entweder zu generisch oder für einen größeren Anteil der Vorentwicklungsprojekte unbrauchbar sein. Daher wird nachfolgend untersucht, ob es Faktoren gibt, die einen signifikanten Einfluss auf die Prozessgestaltung haben. Hierfür werden die in Tabelle 4.1 aufgelisteten Faktoren untersucht, deren spezifische Ausprägung A bis F eine alternative Prozessgestaltung bedingen können.

Tabelle 4.1: Faktoren und zugehörige Ausprägungen A bis F mit möglichem Einfluss auf die Prozessgestaltung für Vorentwicklungsprojekte

Faktoren	A	B	C	D	E	F
1: Zentrales Endergebnis	Enabler	Kundenfunktion	UX/HMI-Konzept	Mechatronisches Teilsystem	Algorithmus	Service vor Kunde
2: Entwicklungsumfänge	Gemischt	Überwiegend Software	Überwiegend Mechanik	Überwiegend Werkstofftechnik	Überwiegend Elektronik	Überwiegend UX/UI
3: Fachbereich	Elektrik / Elektronik	Fahrwerk und automatisiertes Fahren	Karosserie	Gesamtfahrzeug	Aggregate	Design
4: Kumuliertes Budget	< 100.000€	100.000€ - 499.999€	500.000€ - 1.000.000€	> 1.000.000€		
5: Anzahl interne Projektmitarbeiter	1 Mitarbeiter	2 Mitarbeiter	3-4 Mitarbeiter	5-6 Mitarbeiter	7-9 Mitarbeiter	>9 Mitarbeiter
6: Anzahl beteiligte Abteilungen	0-1 Abteilungen	2 Abteilungen	3 Abteilungen	4 Abteilungen	5 Abteilungen	>5 Abteilungen
7: Anzahl externe Parteien	0 externe Parteien	1 externe Partei	2 externe Parteien	3 externe Parteien	4 externe Parteien	>4 externe Parteien
8: Arbeits Erfahrung in VE	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5-7 Jahre	>7 Jahre

Zunächst wurde jeder Faktor untersucht, ob dieser einen signifikanten Einfluss auf die Prozessgestaltung von Vorentwicklungsprojekten hat. Bei den acht Faktoren handelt es sich um nominalskalierte und teilweise um intervallskalierte Ausprägungen und die erfassten Datenpunkte sind ordinalskaliert (vgl. Abbildung 4.4). Zudem wird der Einfluss von mehr als zwei Ausprägungen je Faktor untersucht. Dementsprechend handelt es sich um nicht normalverteilte bzw. nichtparametrische Daten, um mehr als zwei Strichproben und um unabhängige Stichproben. Entsprechend dieser Voraussetzungen wurde der Kruskal-Wallis-Test als parameterfreier statistischer Test zum Nachweis signifikanter Unterschiede aller sechs betrachteten Stichproben je Faktor ausgewählt (Kruskal & Wallis, 1952).

Zur Durchführung des Kruskal-Wallis-Test wurden zunächst die folgenden zwei Hypothesen aufgestellt.

H_0 : „Die IST-Prozesse weisen keine signifikanten Unterschiede auf.“

H_1 : „Der IST-Prozess mindestens einer Ausprägung des untersuchten Faktors weicht signifikant von den IST-Prozessen der anderen Ausprägungen ab.“

Zur Vorbereitung der Daten wurde zunächst die in Abbildung 4.4 dargestellte Verteilung für jede Ausprägung eines Faktors mit absoluten, statt prozentualen, Werten erstellt. Anschließend wurden die Datenpunkte in eine gemeinsame Rangfolge gebracht. Hierfür wurde der Rang r_{ij} der i -ten Ausprägung (Gl. 4.1) und des j -ten Datenpunktes (Gl. 4.2) ermittelt. Basierend auf dem Rang der jeweiligen Datenpunkte wurde der mittlere Rangwert \bar{r}_i (Gl. 4.3) je Ausprägung und der mittlere Rangwert aller Datenpunkte \bar{r} (Gl. 4.4) mit der Gesamtzahl der Beobachtungen N (Gl. 4.5) berechnet. Nun kann die Teststatistik H , wie in Gl. 4.6 dargestellt, berechnet werden. Abschließend wird H_{krit} aus der Chi-Quadrat-Verteilung entsprechend der Anzahl der Freiheitsgrade Df (Gl. 4.11) abgelesen und mit der Teststatistik H verglichen, um die aufgestellten Hypothesen zu verifizieren oder zu falsifizieren. Im Falle von $H > H_{krit}$ ist die Nullhypothese H_0 zu verwerfen und es kann geschlussfolgert werden, dass der IST-Prozess mindestens einer Ausprägung des untersuchten Faktors signifikant von den IST-Prozessen der anderen Ausprägungen abweicht. Um die Richtigkeit der durchgeführten Berechnungen zu verifizieren wurden zu jedem durchgeführten Test mehrere Berechnungen mit Zufallsvariablen durchgeführt, welche in nahezu jedem Fall zur Bestätigung der Nullhypothese H_0 geführt haben.

Anzahl der Ausprägungen eines Faktors $i \in [1, 2, \dots, m]$ **Gl. 4.1**

Anzahl der Datenpunkte je Ausprägung $j \in [1, 2, \dots, n_i]$ **Gl. 4.2**

Mittlerer Rangwert einer Ausprägung i $\bar{r}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} r_{ij}$ **Gl. 4.3**

Mittlerer Rangwert aller Datenpunkte $\bar{r} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} r_{ij} = \sum_{i=1}^m \bar{r}_i$ **Gl. 4.4**

Gesamtzahl der Beobachtungen $N = \sum_{i=1}^m n_i$ **Gl. 4.5**

Teststatistik oder Prüfgröße $H = (N - 1) \cdot \frac{\sum_{i=1}^m n_i \cdot (\bar{r}_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r})^2}$ **Gl. 4.6**

Anzahl der Freiheitsgrade $Df = m - 1$ **Gl. 4.7**

Die Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests sind in Tabelle 4.2 dargestellt. Demnach konnte nicht nachgewiesen werden, dass bei den acht Faktoren, der IST-Prozess mindestens einer Ausprägung keine signifikanten Unterschiede zu den IST-Prozessen der anderen Ausprägungen aufweist. Für eine detaillierte Untersuchung der Signifikanz der Unterschiede der IST-Prozesse wird nachfolgend die Signifikanz der Unterschiede der Anwendungen der Vorentwicklungsaktivitäten untersucht.

Tabelle 4.2: Teststatistik H und Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests der acht Faktoren zur Untersuchung signifikanter Unterschiede der IST-Prozesse mindestens einer Ausprägung

Faktoren	H_{krit}	H	$H > H_{krit}$	Nullhypothese H_0
1: Zentrales End- ergebnis	$\approx 11,07$	298,02	Wahr	Verwerfen
2: Entwicklungs- umfänge	$\approx 11,07$	329,52	Wahr	Verwerfen
3: Fachbereich	$\approx 11,07$	302,48	Wahr	Verwerfen
4: Kumuliertes Budget	$\approx 7,82$	148,77	Wahr	Verwerfen
5: Anzahl interne Projektmitarbeiter	$\approx 11,07$	183,57	Wahr	Verwerfen
6: Anzahl beteiligte Abteilungen	$\approx 11,07$	79,10	Wahr	Verwerfen
7: Anzahl externe Parteien	$\approx 11,07$	281,96	Wahr	Verwerfen
8: Arbeits-erfah- rung in VE	$\approx 11,07$	141,49	Wahr	Verwerfen

Weiterführend wurde ebenfalls mit dem Kruskal-Wallis-Test untersucht, inwiefern die Ausprägungen der Faktoren einen signifikanten Einfluss auf die Durchführung der einzelnen Vorentwicklungsaktivitäten haben. Diese Untersuchungen wurden für jeden Faktor und für jede der 15 Vorentwicklungsaktivitäten analog zu der bereits beschriebenen Vorgehensweise mit den nachfolgenden Hypothesen durchgeführt.

H_0 : „Die Anwendungen der x -ten Vorentwicklungsaktivität weisen keine signifikanten Unterschiede auf.“ Mit $x \in [1, 2, \dots, 15]$

H_1 : „Die Anwendung der x -ten Vorentwicklungsaktivität mindestens einer Ausprägung des untersuchten Faktors weicht signifikant von den Anwendungen der x -ten Vorentwicklungsaktivität der anderen Ausprägungen ab.“ Mit $x \in [1, 2, \dots, 15]$

Die Teststatistik H , sowie die Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Tests hinsichtlich der Untersuchung der signifikanten Unterschiede der Anwendungen der Vorentwicklungsaktivitäten der acht Faktoren ist in Tabelle 4.3 dargestellt. In den meisten Fäl-

len konnte die zuvor formulierte Nullhypothese verworfen werden. Dementsprechend konnte für die grün hervorgehobenen Felder nicht nachgewiesen werden, dass mindestens eine Ausprägung des Faktors keinen signifikanten Einfluss auf die Anwendung der Vorentwicklungsaktivitäten hat. Somit konnte nicht nachgewiesen werden, dass mindestens eine Ausprägung der Faktoren 1 „zentrales Endergebnis“, 2 „Entwicklungsumfänge“ und 7 „Anzahl externe Parteien“ keine signifikanten Unterschiede der Anwendungen aller 15 Vorentwicklungsaktivitäten aufweisen. Bei den Faktoren 3 „Fachbereich“ und 4 „Budget“ konnte nur nachgewiesen werden, dass sie keinen signifikanten Einfluss auf „Prototyp aufbauen“ haben. Andererseits konnte nachgewiesen werden, dass Faktor 6 „Anzahl beteiligte Abteilungen“ keinen signifikanten Einfluss auf 13 der Vorentwicklungsaktivitäten hat und die Faktoren 5 „Anzahl interne Projektmitarbeiter“ und 8 „Arbeits Erfahrung in VE“ keinen signifikanten Einfluss auf viele der Vorentwicklungsaktivitäten haben.

Tabelle 4.3: Teststatistik H und Ergebnisse des Kruskal-Wallis-Test der acht Faktoren zur Untersuchung signifikanter Unterschiede der Anwendungen der Vorentwicklungsaktivitäten mindestens einer Ausprägung

Vorentwicklungsaktivität	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6	Faktor 7	Faktor 8
Recherchen	H=18,21 H>H _{krit}	H=21,13 H>H _{krit}	H=16,96 H>H _{krit}	H=9,57 H>H _{krit}	H=10,37 H<H _{krit}	H=5,52 H<H _{krit}	H=20,67 H>H _{krit}	H=8,94 H<H _{krit}
Tech. Innovationspotentiale	H=20,54 H>H _{krit}	H=30,47 H>H _{krit}	H=23,28 H>H _{krit}	H=11,72 H>H _{krit}	H=17,23 H>H _{krit}	H=6,79 H<H _{krit}	H=20,34 H>H _{krit}	H=12,61 H>H _{krit}
Stakeholder Nutzen	H=20,62 H>H _{krit}	H=21,17 H>H _{krit}	H=17,67 H>H _{krit}	H=10,43 H>H _{krit}	H=13,76 H>H _{krit}	H=7,37 H<H _{krit}	H=20,08 H>H _{krit}	H=12 H>H _{krit}
Lösungs-ideen finden	H=17,94 H>H _{krit}	H=22,07 H>H _{krit}	H=15,27 H>H _{krit}	H=7,9 H>H _{krit}	H=11,42 H>H _{krit}	H=5,83 H<H _{krit}	H=19,33 H>H _{krit}	H=9,08 H<H _{krit}
Lösungs-ideen auswählen	H=19,89 H>H _{krit}	H=22,29 H>H _{krit}	H=18,55 H>H _{krit}	H=8,1 H>H _{krit}	H=9,42 H<H _{krit}	H=7,56 H<H _{krit}	H=18,67 H>H _{krit}	H=8,27 H<H _{krit}
Konzepte entwickeln	H=22,27 H>H _{krit}	H=22,65 H>H _{krit}	H=16 H>H _{krit}	H=9,52 H>H _{krit}	H=15,08 H>H _{krit}	H=7,75 H<H _{krit}	H=19,55 H>H _{krit}	H=10,9 H<H _{krit}
Kostenabschätzung	H=30,52 H>H _{krit}	H=27,43 H>H _{krit}	H=28,51 H>H _{krit}	H=14,16 H>H _{krit}	H=18,91 H>H _{krit}	H=10,63 H<H _{krit}	H=24,37 H>H _{krit}	H=19,89 H>H _{krit}

Konzepte vergleichen	H=21,74 H>H _{krit}	H=23,6 H>H _{krit}	H=17,98 H>H _{krit}	H=8,69 H>H _{krit}	H=10,9 H<H _{krit}	H=6,11 H<H _{krit}	H=17,75 H>H _{krit}	H=8,44 H<H _{krit}
Prototyp aufbauen	H=16,93 H>H _{krit}	H=17,18 H>H _{krit}	H=10,08 H<H _{krit}	H=8,75 H<H _{krit}	H=13,27 H>H _{krit}	H=8,35 H<H _{krit}	H=15,15 H>H _{krit}	H=11,17 H>H _{krit}
Validierung	H=13,68 H>H _{krit}	H=16,26 H>H _{krit}	H=19,18 H>H _{krit}	H=8,9 H>H _{krit}	H=5,53 H<H _{krit}	H=4,62 H<H _{krit}	H=16 H>H _{krit}	H=7,05 H<H _{krit}
Verifizierung	H=17,53 H>H _{krit}	H=19,55 H>H _{krit}	H=20,3 H>H _{krit}	H=9,39 H>H _{krit}	H=9,18 H<H _{krit}	H=3,73 H<H _{krit}	H=16,45 H>H _{krit}	H=8,9 H<H _{krit}
Dokumenta- tion	H=20,75 H>H _{krit}	H=30,37 H>H _{krit}	H=26,78 H>H _{krit}	H=13,44 H>H _{krit}	H=16,76 H>H _{krit}	H=7,74 H<H _{krit}	H=21,45 H>H _{krit}	H=9,7 H<H _{krit}
Abstimmun- gen mit Se- rien-FB	H=32,45 H>H _{krit}	H=35,29 H>H _{krit}	H=35,04 H>H _{krit}	H=18,11 H>H _{krit}	H=25,52 H>H _{krit}	H=10,49 H<H _{krit}	H=30,72 H>H _{krit}	H=19,67 H>H _{krit}
Informa- tions-be- schaffung	H=32,1 H>H _{krit}	H=32,96 H>H _{krit}	H=32,4 H>H _{krit}	H=17,11 H>H _{krit}	H=23,88 H>H _{krit}	H=14,32 H>H _{krit}	H=30,28 H>H _{krit}	H=19,19 H>H _{krit}
Rechtsthe- men klären	H=33,49 H>H _{krit}	H=28,49 H>H _{krit}	H=31,39 H>H _{krit}	H=15,94 H>H _{krit}	H=21,17 H>H _{krit}	H=13,8 H>H _{krit}	H=25,96 H>H _{krit}	H=16,75 H>H _{krit}

Basierend auf der Untersuchung der Signifikanz der unterschiedlichen Faktoren, wird in den nachfolgenden Abschnitten der spezifische Einfluss von ausgewählten Faktoren auf die Prozessgestaltung untersucht. Hierfür wurden die drei Faktoren „zentrales Endergebnis“, „Entwicklungsumfänge“ und „Anzahl externer Parteien“ ausgewählt, da hierbei nicht nachgewiesen werden konnte, dass mindestens eine Ausprägung keinen signifikanten Unterschied des IST-Prozesses bzw. der Anwendung von allen Vorentwicklungsaktivitäten bedingt. Dementsprechend wird nachfolgend eine Vorgehensweise zur Analyse des Einflusses der unterschiedlichen Ausprägungen dieser Faktoren beschrieben.

Zur Identifikation des Einflusses der unterschiedlichen Ausprägungen eines jeweiligen Faktors auf die Prozessgestaltung, werden in den nachfolgenden Unterabschnitten die Anteile der jeweiligen Projekte, die eine bestimmte Vorentwicklungsaktivität in einer jeweiligen Phase durchgeführt haben dargestellt. Zunächst ist eine qualitative Analyse basierend auf der visuellen Hervorhebung der Anteile der Projekte in den Abbildungen möglich. Um dies jedoch quantifizieren zu können, wird nachfolgend eine Vorgehensweise beschrieben, die für die Bewertung der Differenz und der Heterogenität der Prozessgestaltung unterschiedlicher Ausprägungen eines Faktors genutzt wird. Diese Vorgehensweise wird in den nachfolgenden Abschnitten für die drei unterschiedlichen Faktoren und deren Ausprägungen angewendet.

Zur Berechnung der Differenz von zwei Ausprägungen, beispielsweise Ausprägung A und B, ist es zunächst notwendig die Differenz der einzelnen Datenpunkte zu berechnen. Hierfür wird $x_{i,j}^{a,b}$ wie in Gl. 4.8 beschrieben berechnet. Zudem veranschaulicht Abbildung 4.5 das Schema zur Berechnung der Differenz zweier Datenpunkte der Prozessgestaltung von Ausprägung A und Ausprägung B. Die beschriebene Gleichung lässt sich auf beliebige andere Zusammensetzungen von Ausprägungen übertragen, z.B. Differenz von zwei Datenpunkten der Ausprägungen C und F. Hierbei gilt jedoch, dass die Differenz von zwei Datenpunkten derselben Ausprägung, z.B. $x_{i,j}^{a,a}$, Null ist.

Differenz zweier Datenpunkte der Ausprägungen A und B

$$x_{i,j}^{a,b} = |a_{i,j} - b_{i,j}|$$

Gl. 4.8

Ausprägung A					Projektideen finden	Projekt Vorbereitung	...	Keine Angabe	Ausprägung B
1: Recherchen	a _{1,1}	a _{1,2}	...	a _{1,8}	b _{1,1}	b _{1,2}	...	b _{1,8}	1: Recherchen
2: Tech. Innovationspot.	a _{2,1}	a _{2,2}	...	a _{2,8}	b _{2,1}	b _{2,2}	...	b _{2,8}	2: Tech. Innovationspot.
...
15: Rechtsthemen klären	a _{15,1}	a _{15,2}	...	a _{15,8}	b _{15,1}	b _{15,2}	...	b _{15,8}	15: Rechtsthemen klären
					$x_{1,1}^{a,b}$	$x_{1,2}^{a,b}$	...	$x_{1,8}^{a,b}$	
					$x_{2,1}^{a,b}$	$x_{2,2}^{a,b}$	...	$x_{2,8}^{a,b}$	
					
					$x_{15,1}^{a,b}$	$x_{15,2}^{a,b}$	...	$x_{15,8}^{a,b}$	

Abbildung 4.5: Veranschaulichung des Schemas zur Berechnung der Differenzen der Prozessgestaltung von Ausprägung A und Ausprägung B

Basierend auf der zuvor berechneten Differenz zweier Datenpunkte der Ausprägungen A und B, wird nun die Differenz der beiden Ausprägungen gebildet. Demnach wird $D^{A,B}$, die normierte Differenz von Ausprägung A zu Ausprägung B, wie in Gl. 4.9 angegeben berechnet. Diese Gleichung lässt sich ebenfalls für weitere Kombinationen von Ausprägungen anwenden und nimmt im Falle derselben Ausprägung, z.B. $D^{A,A}$, ebenfalls den Wert Null an.

**Normierte Differenz
von Ausprägung A zu
Ausprägung B**

$$D^{A,B} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{i,j}^{a,b}}{n \cdot m}$$

Gl. 4.9

Weiterführend wird mit Hilfe der berechneten Differenzen der Ausprägungen zueinander, die normierte Heterogenität H^X einer Ausprägung X zur Gesamtheit \mathbb{M} (Gl. 4.10) durch Gl. 4.12 berechnet, wobei I die Anzahl der Ausprägungen (Gl. 4.11) ist. Die Heterogenität stellt somit ein Maß für die Differenz der Prozessgestaltung einer Ausprägung in Relation zu der Prozessgestaltung anderer Ausprägungen dar.

**Menge der Ausprä-
gungen**

$$\mathbb{M} = \{A, B, C, \dots\}$$

**Gl.
4.10**

**Anzahl der Ausprä-
gungen**

$$I = |\mathbb{M}|$$

**Gl.
4.11**

**Normierte Heterogeni-
tät einer Ausprägung
X zur Gesamtheit \mathbb{M}**

$$H^X = \frac{1}{I-1} \sum_{i=1}^I D^{X, \mathbb{M}(i)}, X \in \mathbb{M}$$

**Gl.
4.12**

Ein hohes Maß an Heterogenität einer Ausprägung kann Rückschluss darauf geben, dass die zugehörige Ausprägung des Faktors einen größeren Einfluss auf die Prozessgestaltung hat. Demnach sollte sich ein Prozess für ein Vorentwicklungsprojekt, das dieser Ausprägung zugeordnet werden kann in einem höheren Maße von Prozessen für andere Ausprägungen unterscheiden. Sobald ein hohes Maß an Heterogenität einer Ausprägung festgestellt wird, gilt es die Differenz dieser Ausprägung zu den anderen Ausprägungen zu betrachten. Hierbei sollten vor allem Ausprägungen mit einer großen Differenz detailliert analysiert werden. Für eine detaillierte Analyse der Differenzen der Ausprägungen ist es erforderlich die Differenz zweier Datenpunkte der jeweiligen Ausprägungen zu untersuchen. Sobald Datenpunkte mit einer größeren Differenz identifiziert wurden, sollte die Erkenntnis über den Zusammenhang zwischen den Ausprägungen des Faktors und den dadurch bedingten IST-Prozessen für die prospektive Prozessgestaltung genutzt werden.

4.3.1 Untersuchung des Einflusses des zentralen Endergebnisses auf die Prozessgestaltung

Zur Untersuchung des Einflusses des zentralen Endergebnisses auf die Prozessgestaltung werden die in Tabelle 4.1 beschriebenen Ausprägungen zu Grunde gelegt. Weiterführend wird je Ausprägung untersucht, wie groß die Anteile der Projekte sind, die eine bestimmte Vorentwicklungsaktivität in einer bestimmten Phase durchgeführt haben. Eine Übersicht darüber wird nachfolgend in Abbildung 4.6 dargestellt. Basierend auf diesen dargestellten Datenpunkten wird die Differenz $D^{X,Y}$ der Prozessgestaltung der Ausprägungen zueinander, sowie die Heterogenität H^Y der einzelnen Ausprägungen berechnet und sind in Tabelle 4.4 dargestellt. Dadurch können die Ausprägungen identifiziert werden, die einen größeren Einfluss auf die Prozessgestaltung für Vorentwicklungsprojekte haben.

Die Heterogenität H^Y der einzelnen Ausprägungen weist vor allem für die Ausprägung F: Service vor Kunde und für die Ausprägung D: mechatronisches Teilsystem die höchsten Werte auf. Dementsprechend weisen die Ausprägungen D und F die höchste Differenz auf. Zudem weist die Ausprägung F eine große Differenz zu den Ausprägungen A: Enabler und B: Kundenfunktion auf. Wohingegen die Ausprägungen A und B die geringste Differenz zueinander aufweisen. Basierend auf der analysierten Heterogenität und den Differenzen werden nachfolgend zunächst die IST-Prozesse der Ausprägungen D und F, sowie A und F und B und F detaillierter untersucht.

Tabelle 4.4: Normierte Differenz $D^{X,Y}$ und normierte Heterogenität H^Y des Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „zentrales Endergebnis“

$D^{X,Y}$	A: Enabler	B: Kundenfunktion	C: UX/HMI-Konzept	D: Mechatronisches Teilsystem	E: Algorithmus	F: Service vor Kunde
A	$D^{A,A} = 0$	$D^{A,B} = 0,04$	$D^{A,C} = 0,10$	$D^{A,D} = 0,10$	$D^{A,E} = 0,08$	$D^{A,F} = 0,18$
B		$D^{B,B} = 0$	$D^{B,C} = 0,09$	$D^{B,D} = 0,11$	$D^{B,E} = 0,09$	$D^{B,F} = 0,18$
C			$D^{C,C} = 0$	$D^{C,D} = 0,15$	$D^{C,E} = 0,09$	$D^{C,F} = 0,16$
D				$D^{D,D} = 0$	$D^{D,E} = 0,12$	$D^{D,F} = 0,20$
E					$D^{E,E} = 0$	$D^{E,F} = 0,16$
F						$D^{F,F} = 0$
H^Y	$H^A = 0,10$	$H^B = 0,10$	$H^C = 0,12$	$H^D = 0,14$	$H^E = 0,11$	$H^F = 0,17$

Die IST-Prozesse der Ausprägungen D: mechatronisches Teilsystem und F: Service vor Kunde weisen durchschnittlich die größten Differenzen bei den Vorentwicklungsaktivitäten 13: Abstimmung mit Serien-FB, 15: Rechtsthemen klären und 7: Kostenabschätzung auf. Demnach stellt die Abstimmung mit dem Serien-FB für die Mehrzahl der untersuchten Projekte, die einen Service vor Kunde entwickeln durchgängig eine wichtige Aktivität dar. Wohingegen die untersuchten Projekte, die ein mechatronisches Teilsystem entwickeln überwiegend in der Absicherung diese Aktivität durchführen. Weiterführend wird die Aktivität Rechtsthemen klären nur von weniger als der Hälfte der untersuchten Projekte, die ein mechatronisches Teilsystem entwickeln durchgeführt. Die größte Differenz stellt jedoch die Validierung in der Konzeptionsphase dar, welche nur von wenig Projekten der Ausprägung D und allen Projekten der Ausprägung F in dieser Phase durchgeführt wird.

Die IST-Prozesse der Ausprägungen A: Enabler und F: Service vor Kunde weisen insbesondere bei den Vorentwicklungsaktivitäten 14: Informationsbeschaffung, 13: Abstimmung mit Serien-FB, sowie 15: Rechtsthemen klären, 3: Stakeholder Nutzen und 10: Validierung Unterschiede auf. Die Vorentwicklungsaktivität Informationsbeschaffung wird von der Mehrzahl der untersuchten Projekte, die einen Service vor Kunde entwickeln durchgängig während des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt. Im Gegensatz dazu wenden verhältnismäßig weniger Projekte die einen Enabler entwickeln diese Vorentwicklungsaktivität durchgängig an. Weiterführend können interessante Differenzen bei der Vorentwicklungsaktivität Validierung beobachtet werden. Demnach führt die Mehrzahl der untersuchten Projekte, die einen Service vor Kunde entwickeln in der Analyse- (80%), Konzipierungs- (100%) und Absicherungsphase (80%) eine Validierung durch. Im Gegensatz dazu validieren nur weniger als die Hälfte der Projekte, die einen Enabler entwickeln in der Analyse (19%) und der Konzipierung (43%) Phase. Wobei die meisten untersuchten Projekte, die einen Enabler entwickeln (62%) in der Absicherungsphase validieren und viele der Projekte (19%) keine Validierung durchführen.

Analog der zuvor beschriebenen Analyse der Ausprägungen A und F, weisen die IST-Prozesse der Ausprägungen B: Kundenfunktion und F: Service vor Kunde ebenfalls größere Differenzen bei den Vorentwicklungsaktivitäten 14: Informationsbeschaffung, 13: Abstimmung mit Serien-FB, sowie 15: Rechtsthemen klären, 3: Stakeholder Nutzen und 10: Validierung auf. Dies kann dadurch begründet werden, dass die Ausprägungen A und B lediglich geringe Differenzen aufweisen. Die größte Differenz zwischen den IST-Prozessen der Ausprägungen B und F prägt sich bei der Beschaffung von Informationen in der Phase Projektideen finden aus. Hier scheint es für alle untersuchten Projekte die einen Service vor Kunde entwickeln notwendig zu sein, Informationen innerhalb des Unternehmens zu beschaffen.

Heterogenität von Vorentwicklungsprojekten und Einfluss auf Prozessgestaltung

	A: Enabler								B: Kundenfunktion							
	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe
1: Recherchen	66%	57%	23%	43%	25%	9%	8%	61%	63%	26%	37%	21%	11%	8%	5%	
2: Tech. Innovationspotentiale	47%	53%	21%	42%	23%	11%	13%	58%	45%	16%	34%	13%	8%	5%	8%	
3: Stakeholder Nutzen	49%	45%	26%	40%	19%	13%	8%	55%	47%	18%	47%	29%	13%	3%	11%	
4: Lösungsideen finden	38%	49%	19%	49%	43%	8%	8%	50%	39%	18%	53%	50%	16%	8%	3%	
5: Lösungsideen auswählen	17%	40%	21%	53%	47%	9%	8%	29%	37%	13%	50%	53%	18%	8%	3%	
6: Konzepte entwickeln	9%	19%	13%	51%	70%	13%	9%	18%	26%	8%	50%	66%	21%	13%	3%	
7: Kostenabschätzung	9%	40%	32%	38%	36%	21%	13%	17%	11%	37%	24%	24%	32%	18%	21%	
8: Konzepte vergleichen	11%	25%	15%	53%	62%	15%	9%	13%	29%	13%	63%	61%	16%	11%	3%	
9: Prototyp aufbauen	2%	4%	9%	34%	72%	38%	9%	8%	8%	11%	42%	82%	32%	11%	13%	
10: Validierung	4%	2%	8%	19%	43%	62%	21%	3%	3%	5%	26%	42%	61%	21%	16%	
11: Verifizierung	6%	6%	8%	28%	47%	58%	13%	5%	5%	8%	34%	45%	61%	21%	13%	
12: Dokumentation	13%	13%	17%	42%	60%	62%	47%	11%	16%	13%	50%	63%	74%	45%	8%	
13: Abstimmung mit Serien-FB	28%	36%	26%	45%	60%	49%	55%	26%	34%	26%	47%	55%	58%	50%	21%	
14: Informationsbeschaffung	42%	57%	40%	64%	49%	40%	30%	39%	58%	37%	58%	53%	39%	32%	16%	
15: Rechtsthemen klären	15%	28%	15%	51%	42%	28%	21%	13%	29%	18%	50%	37%	32%	21%	29%	

	C: UX/HMI-Konzept								D: Mechatronisches Teilsystem							
	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe
1: Recherchen	77%	77%	38%	69%	23%	8%	0%	86%	57%	0%	29%	0%	0%	0%	14%	
2: Tech. Innovationspotentiale	54%	54%	15%	38%	15%	0%	0%	57%	71%	29%	57%	29%	0%	0%	14%	
3: Stakeholder Nutzen	62%	54%	31%	69%	38%	15%	0%	57%	71%	29%	43%	14%	0%	0%	14%	
4: Lösungsideen finden	69%	46%	8%	46%	54%	0%	0%	29%	43%	29%	71%	43%	0%	0%	14%	
5: Lösungsideen auswählen	23%	46%	31%	46%	62%	8%	0%	29%	29%	14%	71%	43%	0%	0%	14%	
6: Konzepte entwickeln	15%	23%	8%	31%	77%	23%	8%	0%	0%	14%	57%	43%	0%	0%	14%	
7: Kostenabschätzung	8%	69%	38%	23%	23%	15%	8%	14%	43%	43%	14%	0%	14%	0%	43%	
8: Konzepte vergleichen	8%	31%	23%	62%	69%	15%	0%	0%	29%	29%	57%	43%	14%	14%	14%	
9: Prototyp aufbauen	8%	15%	15%	46%	85%	15%	0%	0%	0%	14%	29%	57%	29%	0%	29%	
10: Validierung	0%	0%	15%	46%	54%	62%	0%	14%	0%	0%	29%	29%	57%	43%	14%	
11: Verifizierung	0%	0%	8%	38%	38%	54%	8%	0%	14%	0%	29%	57%	71%	14%	14%	
12: Dokumentation	8%	8%	8%	38%	62%	46%	15%	29%	29%	29%	71%	86%	86%	57%	14%	
13: Abstimmung mit Serien-FB	31%	54%	46%	62%	85%	77%	54%	29%	14%	14%	43%	57%	71%	57%	14%	
14: Informationsbeschaffung	54%	85%	46%	77%	62%	31%	15%	71%	71%	57%	71%	43%	43%	43%	29%	
15: Rechtsthemen klären	23%	62%	31%	69%	38%	38%	23%	14%	43%	0%	43%	29%	29%	14%	57%	

	E: Algorithmus								F: Service vor Kunde							
	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe
1: Recherchen	75%	88%	25%	50%	19%	0%	0%	100%	80%	20%	60%	20%	40%	20%	0%	
2: Tech. Innovationspotentiale	69%	63%	13%	44%	6%	0%	0%	60%	60%	20%	60%	20%	20%	20%	0%	
3: Stakeholder Nutzen	56%	69%	31%	38%	19%	13%	0%	80%	60%	40%	80%	60%	60%	20%	0%	
4: Lösungsideen finden	38%	50%	38%	75%	56%	0%	0%	80%	40%	20%	80%	80%	0%	0%	0%	
5: Lösungsideen auswählen	19%	25%	6%	75%	56%	6%	0%	40%	40%	0%	80%	80%	20%	0%	0%	
6: Konzepte entwickeln	6%	25%	6%	50%	81%	13%	0%	0%	20%	0%	40%	80%	40%	0%	0%	
7: Kostenabschätzung	19%	63%	31%	38%	38%	6%	13%	0%	20%	20%	60%	60%	40%	20%	20%	
8: Konzepte vergleichen	13%	19%	13%	50%	63%	13%	6%	0%	40%	20%	80%	80%	20%	20%	0%	
9: Prototyp aufbauen	6%	0%	6%	44%	81%	44%	6%	0%	0%	20%	80%	80%	40%	20%	0%	
10: Validierung	0%	0%	0%	31%	44%	63%	25%	6%	0%	0%	80%	100%	80%	20%	0%	
11: Verifizierung	0%	0%	0%	25%	50%	69%	19%	6%	0%	0%	40%	80%	60%	20%	20%	
12: Dokumentation	13%	13%	0%	38%	56%	63%	69%	6%	20%	20%	60%	100%	80%	80%	0%	
13: Abstimmung mit Serien-FB	25%	38%	25%	69%	63%	56%	75%	0%	60%	60%	80%	80%	100%	80%	0%	
14: Informationsbeschaffung	56%	81%	63%	69%	44%	38%	38%	6%	100%	100%	60%	100%	60%	80%	0%	
15: Rechtsthemen klären	19%	44%	25%	69%	44%	44%	44%	19%	20%	40%	0%	100%	60%	80%	0%	

Abbildung 4.6: Anteile der Projekte die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben, unterteilt nach dem zentralen Endergebnis der Projekte

4.3.2 Untersuchung des Einflusses der Entwicklungsumfänge auf die Prozessgestaltung

Zur Untersuchung des Einflusses der Entwicklungsumfänge auf die Prozessgestaltung werden die in Tabelle 4.1 beschriebenen Ausprägungen zu Grunde gelegt. Weiterführend wird je Ausprägung untersucht, wie groß die Anteile der Projekte sind, die eine bestimmte Vorentwicklungsaktivität in einer bestimmten Phase durchgeführt haben. Eine Übersicht darüber wird nachfolgend in Abbildung 4.7 dargestellt. Basierend auf diesen dargestellten Datenpunkten wird die Differenz der IST-Prozesse der Ausprägungen zueinander berechnet. Hierauf aufbauend wird die Heterogenität der einzelnen Ausprägungen berechnet. Dadurch können die Ausprägungen identifiziert werden, die einen größeren Einfluss auf die Prozessgestaltung für Vorentwicklungsprojekte haben.

Die Ergebnisse der Differenzen $D^{X,Y}$, sowie die Heterogenität H^Y des IST-Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „Entwicklungsumfänge“ sind normiert in Tabelle 4.5 dargestellt.

Tabelle 4.5: Normierte Differenz $D^{X,Y}$ und normierte Heterogenität H^Y des Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „Entwicklungsumfänge“

$D^{X,Y}$	A: Gemischt	B: Überwiegend Software	C: Überwiegend Mechanik	D: Überwiegend Werkstofftechnik	E: Überwiegend Elektronik	F: Überwiegend UX/UI
A	$D^{A,A} = 0$	$D^{A,B} = 0,09$	$D^{A,C} = 0,11$	$D^{A,D} = 0,21$	$D^{A,E} = 0,17$	$D^{A,F} = 0,21$
B		$D^{B,B} = 0$	$D^{B,C} = 0,16$	$D^{B,D} = 0,20$	$D^{B,E} = 0,19$	$D^{B,F} = 0,20$
C			$D^{C,C} = 0$	$D^{C,D} = 0,26$	$D^{C,E} = 0,21$	$D^{C,F} = 0,27$
D				$D^{D,D} = 0$	$D^{D,E} = 0,28$	$D^{D,F} = 0,30$
E					$D^{E,E} = 0$	$D^{E,F} = 0,22$
F						$D^{F,F} = 0$
H^Y	$H^A = 0,16$	$H^B = 0,17$	$H^C = 0,20$	$H^D = 0,25$	$H^E = 0,21$	$H^F = 0,24$

Hieraus geht hervor, dass die IST-Prozesse der Ausprägung D „Überwiegend Werkstofftechnik“ mit $H^D = 0,25$ und der Ausprägung F „Überwiegend UX/UI“ mit $H^F = 0,24$ die größte Heterogenität im Vergleich zu den IST-Prozessen der anderen Ausprägungen aufweisen. Diese beiden Ausprägungen weisen jeweils zu allen anderen

Ausprägungen eine Differenz größer 0,20 auf. Dementsprechend weisen vor allem die Ausprägungen C und F mit $D^{C,F} = 0,27$, die Ausprägungen D und E mit $D^{D,E} = 0,28$ und die Ausprägungen D und F mit $D^{D,F} = 0,30$ die größten Differenzen der IST-Prozesse auf. Somit lässt sich folgern, dass sich IST-Prozesse von Vorentwicklungsprojekten mit überwiegend Werkstofftechnik Entwicklungsumfängen von IST-Prozessen von Projekten mit überwiegend UX/UI Entwicklungsumfängen am stärksten unterscheiden. Im Gegensatz dazu weisen die beiden Ausprägungen A und B mit $D^{A,B} = 0,09$ die geringste Differenz zweier Ausprägungen auf. Demnach unterscheiden sich die IST-Prozesse von Vorentwicklungsprojekten mit gemischten Entwicklungsumfängen am wenigsten von IST-Prozessen von Projekten mit überwiegend Software Entwicklungsumfängen.

Zur weiterführenden Untersuchung der Differenzen der IST-Prozesse der Ausprägungen wird nun Abbildung 4.7 betrachtet. In dieser Abbildung werden für jede Ausprägung A bis F die Anteile der Projekte dargestellt, die eine jeweilige Vorentwicklungsaktivität in einer entsprechenden Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben. Da sich durch die vorangegangene Untersuchung der Heterogenität und der Differenzen der IST-Prozesse der Ausprägungen herausgestellt hat, dass vor allem Ausprägung D und F die größten Unterschiede aufweisen, werden zunächst die IST-Prozesse dieser Ausprägungen betrachtet. Anschließend werden die IST-Prozesse der Ausprägungen D und E, sowie C und F verglichen.

Der Vergleich der IST-Prozesse der Ausprägungen D „überwiegend Werkstofftechnik“ und F „überwiegend UX/UI“ ergibt, dass bei den Vorentwicklungsaktivitäten „1: Recherchen“ und „3: Stakeholder Nutzen“ durchschnittlich die größten Differenzen auftreten. Demnach werden in Projekten mit überwiegend UX/UI Entwicklungsumfängen vor allem in den ersten Phasen des Vorentwicklungsprozesses Recherchen durchgeführt. Wohingegen in Projekten mit überwiegend Werkstofftechnikumfängen Recherchen während des gesamten Prozesses, insbesondere in der Analyse und Konzeptionsphase durchgeführt werden. Die Vorentwicklungsaktivität Stakeholder Nutzen wurde in allen Projekten mit überwiegend UX/UI Entwicklungsumfängen, jedoch nur in wenigen Projekten mit überwiegend Werkstofftechnik Entwicklungsumfängen durchgeführt.

Die IST-Prozesse der Ausprägungen D „überwiegend Werkstofftechnik“ und E „überwiegend Elektronik“ weisen vor allem bei der Anwendung der Vorentwicklungsaktivität „14: Informationsbeschaffung“ große Differenzen auf. Die größte Differenz tritt dabei in der Phase Absicherung auf, in der alle untersuchten Projekte mit überwiegend Werkstofftechnik Entwicklungsumfängen, jedoch keines der untersuchten Projekte mit überwiegend Elektronik Entwicklungsumfängen die Aktivität Informati-

onsbeschaffung durchführten. Analog hierzu wird die Aktivität „5: Lösungsideen auswählen“ von allen untersuchten Projekten mit überwiegend Werkstofftechnik Entwicklungsumfängen und von keinem untersuchten Projekt mit überwiegend Elektronik Entwicklungsumfängen in der Phase Konzeption durchgeführt.

Die IST-Prozesse der Ausprägungen C „überwiegend Mechanik“ und F „überwiegend UX/UI“ differenzieren sich von allem hinsichtlich der Vorentwicklungsaktivität „14: Informationsbeschaffung“. Die größte Differenz ist dabei in der Phase Konzeption festzustellen, in der alle untersuchten Projekte mit überwiegend UX/UI Entwicklungsumfängen, jedoch nur wenige der untersuchten Projekte mit überwiegend Mechanik Entwicklungsumfängen diese Aktivität durchführen. Zudem führen alle untersuchten UX/UI Projekten die Aktivität „10: Validierung“ in der Phase Konzeption durch, wobei der Großteil der Mechanik Projekte in der Phase Absicherung validiert.

Heterogenität von Vorentwicklungsprojekten und Einfluss auf Prozessgestaltung

	A: Gemischt								B: Überwiegend Software							
	Projekideen finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe	Projekideen finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe
1: Recherchen	71%	61%	14%	43%	25%	4%	4%	4%	76%	64%	36%	52%	28%	16%	20%	0%
2: Tech. Innovationspotentiale	64%	43%	14%	50%	29%	11%	4%	7%	64%	64%	32%	52%	20%	16%	20%	8%
3: Stakeholder Nutzen	57%	46%	14%	39%	25%	7%	0%	7%	52%	68%	36%	52%	28%	16%	12%	4%
4: Lösungsideen finden	36%	36%	14%	46%	57%	14%	4%	7%	52%	24%	36%	76%	52%	8%	8%	0%
5: Lösungsideen auswählen	14%	29%	11%	46%	64%	11%	0%	7%	20%	32%	12%	80%	48%	12%	12%	0%
6: Konzepte entwickeln	14%	25%	11%	43%	75%	18%	4%	4%	20%	28%	12%	56%	76%	16%	12%	0%
7: Kostenabschätzung	4%	39%	32%	32%	29%	21%	4%	18%	4%	48%	24%	36%	48%	16%	16%	12%
8: Konzepte vergleichen	11%	29%	11%	64%	68%	11%	4%	4%	16%	24%	16%	60%	64%	20%	12%	4%
9: Prototyp aufbauen	4%	4%	11%	29%	75%	36%	7%	7%	4%	0%	4%	48%	88%	40%	12%	8%
10: Validierung	4%	4%	4%	21%	39%	64%	21%	11%	0%	0%	4%	24%	40%	68%	24%	12%
11: Verifizierung	0%	4%	4%	29%	46%	64%	25%	7%	4%	12%	8%	32%	56%	52%	16%	8%
12: Dokumentation	14%	21%	21%	46%	57%	75%	39%	11%	12%	16%	12%	36%	60%	68%	68%	8%
13: Abstimmung mit Serien-FB	29%	32%	18%	39%	64%	57%	50%	18%	32%	52%	40%	60%	60%	52%	72%	8%
14: Informationsbeschaffung	50%	64%	36%	68%	57%	36%	21%	11%	56%	76%	56%	60%	52%	44%	44%	8%
15: Rechtsthemen klären	14%	29%	11%	46%	29%	14%	7%	21%	4%	40%	20%	52%	52%	36%	40%	16%

	C: Überwiegend Mechanik								D: Überwiegend Werkstofftechnik							
	Projekideen finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe	Projekideen finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe
1: Recherchen	56%	39%	11%	28%	17%	11%	6%	17%	25%	25%	25%	50%	50%	25%	25%	25%
2: Tech. Innovationspotentiale	39%	50%	17%	22%	11%	6%	6%	17%	25%	25%	25%	50%	25%	25%	25%	50%
3: Stakeholder Nutzen	50%	39%	11%	22%	6%	6%	6%	22%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	75%
4: Lösungsideen finden	39%	61%	6%	22%	28%	11%	6%	17%	50%	50%	50%	50%	75%	50%	50%	25%
5: Lösungsideen auswählen	17%	50%	22%	28%	22%	11%	6%	17%	50%	50%	50%	50%	100%	50%	50%	0%
6: Konzepte entwickeln	11%	11%	6%	44%	44%	6%	6%	22%	25%	25%	25%	50%	100%	50%	50%	0%
7: Kostenabschätzung	17%	39%	22%	33%	17%	11%	6%	22%	25%	25%	25%	25%	50%	50%	25%	25%
8: Konzepte vergleichen	11%	17%	6%	50%	39%	11%	6%	22%	25%	25%	25%	50%	100%	50%	50%	0%
9: Prototyp aufbauen	6%	6%	6%	6%	44%	33%	6%	33%	25%	25%	25%	50%	75%	75%	50%	0%
10: Validierung	6%	11%	6%	11%	17%	61%	6%	33%	25%	25%	25%	50%	50%	75%	50%	25%
11: Verifizierung	11%	6%	6%	11%	28%	50%	6%	28%	25%	25%	25%	50%	75%	75%	50%	0%
12: Dokumentation	22%	17%	17%	28%	39%	50%	39%	22%	25%	25%	25%	50%	75%	100%	75%	0%
13: Abstimmung mit Serien-FB	22%	28%	22%	28%	44%	33%	39%	28%	25%	25%	25%	25%	50%	75%	75%	0%
14: Informationsbeschaffung	17%	44%	17%	50%	22%	22%	11%	22%	25%	25%	25%	75%	100%	100%	75%	0%
15: Rechtsthemen klären	11%	28%	11%	33%	22%	22%	6%	39%	25%	25%	25%	75%	75%	50%	50%	0%

	E: Überwiegend Elektronik								F: Überwiegend UX/UI							
	Projekideen finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe	Projekideen finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe
1: Recherchen	100%	33%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	67%	100%	33%	33%	0%	0%
2: Tech. Innovationspotentiale	100%	33%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	67%	67%	0%	33%	0%	0%	0%	0%
3: Stakeholder Nutzen	100%	33%	33%	33%	33%	0%	0%	0%	100%	67%	33%	100%	33%	33%	0%	0%
4: Lösungsideen finden	67%	33%	0%	67%	33%	0%	0%	0%	67%	67%	0%	33%	67%	0%	0%	0%
5: Lösungsideen auswählen	33%	33%	33%	67%	0%	0%	0%	0%	67%	67%	0%	33%	100%	0%	0%	0%
6: Konzepte entwickeln	33%	0%	33%	33%	33%	33%	33%	0%	0%	33%	0%	0%	67%	33%	0%	0%
7: Kostenabschätzung	0%	67%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	33%	67%	33%	33%	0%	0%	0%	33%
8: Konzepte vergleichen	0%	0%	33%	100%	67%	0%	0%	0%	0%	67%	0%	33%	67%	0%	0%	0%
9: Prototyp aufbauen	0%	33%	0%	33%	100%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	100%	0%	0%	0%
10: Validierung	0%	0%	0%	0%	67%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	100%	67%	0%	0%
11: Verifizierung	0%	0%	0%	67%	67%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	67%	0%	33%
12: Dokumentation	0%	0%	0%	67%	67%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	67%	100%	100%	100%	0%
13: Abstimmung mit Serien-FB	100%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	0%	33%	67%	67%	100%	100%	100%	67%	0%
14: Informationsbeschaffung	33%	33%	33%	0%	67%	0%	0%	33%	67%	100%	100%	100%	67%	67%	67%	0%
15: Rechtsthemen klären	33%	33%	33%	33%	33%	0%	0%	67%	33%	100%	33%	100%	33%	33%	33%	0%

Abbildung 4.7: Anteile der Projekte die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben, unterteilt nach Entwicklungsumfängen der Projekte

4.3.3 Untersuchung des Einflusses der Anzahl externer Parteien auf die Prozessgestaltung

Zur Untersuchung des Einflusses der Anzahl der externen Parteien auf die Prozessgestaltung werden die in Tabelle 4.1 beschriebenen Ausprägungen zu Grunde gelegt. Weiterführend wird je Ausprägung untersucht, wie groß die Anteile der Projekte sind, die eine bestimmte Vorentwicklungsaktivität in einer bestimmten Phase durchgeführt haben. Eine Übersicht darüber wird nachfolgend in Abbildung 4.8 dargestellt. Basierend auf diesen dargestellten Datenpunkten wird die Differenz der IST-Prozesse der Ausprägungen zueinander berechnet. Hierauf aufbauend wird die Heterogenität der einzelnen Ausprägungen berechnet. Dadurch können die Ausprägungen identifiziert werden, die einen größeren Einfluss auf die Prozessgestaltung für Vorentwicklungsprojekte haben.

Die Ergebnisse der Differenzen $D^{X,Y}$, sowie die Heterogenität H^Y des IST-Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „Anzahl der externen Parteien“ sind normiert in Tabelle 4.6 dargestellt. Dementsprechend weisen die IST-Prozesse der Ausprägungen A: 0 externe Parteien, C: 2 externe Parteien und E: 4 externe Parteien die größte Heterogenität im Verhältnis zu den anderen Ausprägungen auf. Die höchste Differenz der IST-Prozesse liegt demnach zwischen den IST-Prozessen der Ausprägungen A: 0 externe Parteien und D: 3 externe Parteien, C: 2 externe Parteien und D: 3 externe Parteien, sowie C: 2 externe Parteien und E: 4 externe Parteien vor. Daher werden diese drei Kombinationen der Ausprägungen nachfolgend detaillierter analysiert.

Tabelle 4.6: Normierte Differenz $D^{X,Y}$ und normierte Heterogenität H^Y des IST-Prozesses hinsichtlich der Ausprägungen A bis F des Faktors „Anzahl externer Parteien“

$D^{X,Y}$	A: 0 externe Parteien	B: 1 externe Partei	C: 2 externe Parteien	D: 3 externe Parteien	E: 4 externe Parteien	F: >4 externe Parteien
A	$D^{A,A} = 0$	$D^{A,B} = 0,12$	$D^{A,C} = 0,10$	$D^{A,D} = 0,17$	$D^{A,E} = 0,16$	$D^{A,F} = 0,14$
B		$D^{B,B} = 0$	$D^{B,C} = 0,13$	$D^{B,D} = 0,10$	$D^{B,E} = 0,14$	$D^{B,F} = 0,10$
C			$D^{C,C} = 0$	$D^{C,D} = 0,17$	$D^{C,E} = 0,17$	$D^{C,F} = 0,13$
D				$D^{D,D} = 0$	$D^{D,E} = 0,14$	$D^{D,F} = 0,11$
E					$D^{E,E} = 0$	$D^{E,F} = 0,15$
F						$D^{F,F} = 0$
H^Y	$H^A = 0,14$	$H^B = 0,12$	$H^C = 0,14$	$H^D = 0,13$	$H^E = 0,15$	$H^F = 0,12$

Die IST-Prozesse der Ausprägungen A: 0 externe Parteien und D: 3 externe Parteien weisen die größten Differenzen hinsichtlich der Vorentwicklungsaktivitäten 1: Recherchen und 9: Prototyp aufbauen auf. Dementsprechend führt die Mehrheit der untersuchten Projekte mit drei externen Parteien Recherchen in der Phase Projekt Vorbereitung durch, wohingegen keines der untersuchten Projekte mit keiner externen Partei diese Aktivität in dieser Phase durchführt. Weiterführend baut die Hälfte der Projekte mit drei externen Parteien einen Prototyp in der Phase Absicherung auf, wobei keines der Projekte mit keiner externen Partei dies in dieser Phase macht.

Die IST-Prozesse der Ausprägungen C: 2 externe Parteien und D: 3 externe Parteien weisen vor allem hinsichtlich der Vorentwicklungsaktivitäten 15: Rechtsthemen klären, 3: Stakeholder Nutzen und 13: Abstimmung mit Serien-FB die größten Unterschiede auf. Dementsprechend klären fast alle der untersuchten Projekte mit drei externen Parteien Rechtsthemen während ihres Projektes, insbesondere in den Phasen Analyse, Konzeption und Absicherung. Im Gegensatz dazu, klärt ein großer Anteil (38%) der Projekte mit zwei externen Parteien keine Rechtsthemen während des Vorentwicklungsprozesses. Bei Projekten mit zwei externen Parteien wird der Stakeholder Nutzen vor allem in den ersten zwei Phasen Projektideen finden und Projekt Vorbereitung forciert. Wohingegen viele der untersuchten Projekte mit drei externen Parteien den Stakeholder Nutzen in den Phasen Projektideen finden (43%), Projekt Vorbereitung (52%), sowie Analyse (43%) und Konzeption (39%) adressieren und es keine Phase gibt, in der keines der untersuchten Projekte diese Aktivität durchgeführt hat. Die Abstimmung mit dem Serien-FB wird in Projekten mit zwei externen Parteien vorwiegend in der Analyse Phase durchgeführt. Im Gegensatz dazu führen die meisten der Projekte mit drei externen Parteien Abstimmungen mit dem Serien-FB in den Phasen Projekt Vorbereitung, Konzeption, Absicherung und Transfer in Serien-FB durch. Zwei weitere Differenzen können bei der Durchführung der Vorentwicklungsaktivitäten Kostenabschätzung und Prototyp aufbauen identifiziert werden. So wird in 30% der untersuchten Projekte mit drei externen Parteien keine Kostenabschätzung durchgeführt, wohingegen nur 8% der Projekte mit zwei externen Parteien diese Aktivität nicht durchführen. Gegenteilig gestaltet sich das Aufbauen von Prototypen, das von 31% der untersuchten Projekte mit zwei externen Parteien und lediglich von 4% der untersuchten Projekte mit drei externen Parteien nicht durchgeführt wurden.

Die IST-Prozesse der Ausprägungen C: 2 externe Parteien und E: 4 externe Parteien weisen die größten Differenzen hinsichtlich der Vorentwicklungsaktivität 13: Abstimmung mit Serien-FB und der Phase Konzeption auf. Dementsprechend stimmen sich alle der untersuchten Projekte mit vier externen Parteien in der Konzeption mit dem Serien-FB ab, wohingegen dies nur 38% der untersuchten Projekte mit zwei

externen Parteien machen. Zudem weisen vor allem die Aktivitäten 4: Lösungsideen finden, 5: Lösungsideen auswählen, sowie 8: Konzepte vergleichen und 9: Prototyp aufbauen größere Unterschiede in der Konzeption auf. So werden diese Aktivitäten von sehr vielen Projekten mit vier externen Parteien in der Konzeption durchgeführt, wohingegen die untersuchten Projekte mit zwei externen Parteien diese nicht in der gleichen Phase durchführen. Die größte Differenz der IST-Prozesse der beiden Ausprägungen stellt jedoch die Vorentwicklungsaktivität 3: Stakeholder Nutzen in der Analyse Phase dar, welche von 71% der untersuchten Projekte mit Ausprägung E, aber nur von 8% der Projekte mit Ausprägung C durchgeführt werden.

Heterogenität von Vorentwicklungsprojekten und Einfluss auf Prozessgestaltung

	A: 0 externe Parteien								B: 1 externe Partei							
	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe	Projektdenken finden	Projekt Vorbereitung	Priorisierung Budgetierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Transfer an Serien-FB	Keine Angabe
1: Recherchen	80%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	74%	63%	41%	44%	22%	7%	7%	4%
2: Tech. Innovationspotentiale	60%	60%	0%	40%	20%	0%	0%	0%	67%	44%	33%	44%	19%	7%	4%	4%
3: Stakeholder Nutzen	40%	60%	0%	40%	0%	0%	0%	0%	59%	52%	33%	41%	15%	4%	4%	7%
4: Lösungsideen finden	20%	60%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	48%	41%	22%	63%	48%	15%	7%	4%
5: Lösungsideen auswählen	20%	20%	0%	60%	40%	0%	0%	0%	22%	22%	19%	70%	48%	11%	4%	4%
6: Konzepte entwickeln	20%	0%	0%	40%	60%	0%	0%	0%	22%	26%	19%	44%	52%	19%	7%	4%
7: Kostenabschätzung	0%	20%	40%	20%	20%	20%	0%	20%	7%	41%	22%	33%	33%	11%	4%	26%
8: Konzepte vergleichen	0%	20%	0%	60%	60%	0%	0%	0%	15%	26%	11%	70%	67%	7%	4%	4%
9: Prototyp aufbauen	0%	0%	0%	0%	60%	0%	0%	40%	7%	11%	11%	26%	74%	26%	11%	7%
10: Validierung	0%	0%	0%	0%	20%	60%	0%	20%	4%	11%	11%	19%	30%	56%	4%	26%
11: Verifizierung	0%	0%	0%	0%	40%	60%	0%	20%	4%	7%	11%	22%	33%	44%	19%	19%
12: Dokumentation	20%	20%	20%	20%	40%	60%	60%	0%	11%	19%	22%	30%	52%	63%	44%	19%
13: Abstimmung mit Serien-FB	20%	20%	20%	40%	40%	60%	60%	20%	44%	37%	37%	48%	59%	44%	52%	22%
14: Informationsbeschaffung	20%	60%	40%	40%	20%	20%	20%	0%	56%	59%	41%	59%	59%	33%	26%	22%
15: Rechtsthemen klären	0%	20%	0%	20%	20%	20%	20%	40%	11%	30%	15%	52%	48%	26%	19%	26%
C: 2 externe Parteien																
1: Recherchen	62%	38%	8%	23%	15%	0%	0%	8%	61%	61%	17%	61%	35%	26%	22%	4%
2: Tech. Innovationspotentiale	46%	46%	8%	23%	0%	0%	0%	8%	52%	57%	22%	43%	35%	26%	26%	13%
3: Stakeholder Nutzen	62%	31%	8%	8%	0%	0%	0%	15%	43%	52%	35%	43%	39%	22%	13%	13%
4: Lösungsideen finden	31%	38%	0%	46%	23%	0%	0%	8%	48%	61%	30%	52%	52%	22%	13%	4%
5: Lösungsideen auswählen	0%	46%	15%	38%	15%	0%	0%	8%	30%	57%	22%	48%	48%	22%	17%	4%
6: Konzepte entwickeln	0%	8%	0%	54%	62%	0%	0%	8%	13%	39%	22%	52%	70%	26%	17%	4%
7: Kostenabschätzung	8%	62%	15%	23%	15%	8%	0%	8%	13%	35%	35%	30%	26%	22%	17%	30%
8: Konzepte vergleichen	8%	23%	0%	46%	46%	8%	0%	8%	13%	35%	17%	61%	57%	26%	17%	4%
9: Prototyp aufbauen	0%	0%	0%	15%	46%	23%	0%	31%	4%	4%	13%	43%	83%	52%	17%	4%
10: Validierung	0%	0%	0%	15%	23%	62%	8%	8%	9%	4%	13%	26%	43%	74%	30%	13%
11: Verifizierung	0%	8%	0%	31%	38%	46%	8%	8%	13%	9%	13%	35%	43%	65%	22%	9%
12: Dokumentation	15%	8%	8%	54%	46%	46%	38%	8%	17%	17%	22%	43%	57%	74%	52%	13%
13: Abstimmung mit Serien-FB	8%	23%	8%	46%	38%	31%	38%	15%	30%	52%	39%	48%	65%	57%	61%	9%
14: Informationsbeschaffung	23%	62%	15%	54%	31%	31%	8%	8%	48%	61%	43%	70%	57%	48%	48%	4%
15: Rechtsthemen klären	15%	23%	15%	31%	8%	8%	0%	38%	13%	35%	17%	65%	43%	39%	35%	4%
E: 4 externe Parteien																
1: Recherchen	100%	86%	14%	57%	0%	0%	0%	0%	47%	67%	27%	33%	27%	7%	7%	13%
2: Tech. Innovationspotentiale	57%	71%	14%	43%	14%	0%	0%	0%	47%	40%	20%	47%	13%	7%	7%	27%
3: Stakeholder Nutzen	57%	71%	29%	71%	14%	14%	0%	0%	47%	40%	7%	53%	27%	20%	7%	27%
4: Lösungsideen finden	43%	57%	0%	57%	71%	0%	0%	0%	40%	33%	27%	33%	47%	7%	7%	20%
5: Lösungsideen auswählen	14%	14%	29%	43%	71%	14%	0%	0%	20%	40%	7%	47%	73%	13%	7%	13%
6: Konzepte entwickeln	0%	0%	0%	43%	100%	14%	14%	0%	20%	20%	0%	27%	73%	13%	7%	13%
7: Kostenabschätzung	14%	71%	43%	43%	43%	43%	14%	0%	0%	33%	27%	33%	40%	20%	20%	13%
8: Konzepte vergleichen	0%	0%	14%	29%	100%	29%	14%	0%	13%	27%	20%	53%	53%	13%	7%	20%
9: Prototyp aufbauen	0%	14%	0%	29%	100%	43%	0%	0%	7%	0%	7%	40%	73%	40%	7%	13%
10: Validierung	0%	0%	0%	14%	43%	86%	43%	0%	7%	0%	0%	33%	47%	53%	27%	27%
11: Verifizierung	0%	0%	0%	29%	43%	86%	14%	0%	0%	13%	0%	40%	60%	60%	13%	20%
12: Dokumentation	14%	14%	0%	43%	57%	86%	57%	0%	13%	20%	13%	47%	67%	73%	53%	20%
13: Abstimmung mit Serien-FB	43%	57%	43%	43%	100%	86%	71%	0%	27%	40%	20%	33%	47%	60%	53%	20%
14: Informationsbeschaffung	43%	86%	57%	86%	57%	29%	0%	0%	40%	53%	33%	60%	47%	47%	40%	20%
15: Rechtsthemen klären	14%	57%	14%	71%	29%	29%	14%	14%	7%	33%	13%	33%	27%	20%	13%	40%
F: >4 externe Parteien																

Abbildung 4.8: Anteile der Projekte die die jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten in einer jeweiligen Phase des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt haben, unterteilt nach der Anzahl externer Parteien der Projekte

4.3.4 Kontextabhängigkeit der Vorentwicklungsaktivitäten

Basierend auf den zuvor dargelegten Untersuchungen des Einflusses der drei Kontext-Faktoren „zentrales Endergebnis“, „Entwicklungsumfänge“ und „externe Parteien“ auf die Prozessgestaltung werden in diesem Abschnitt Rückschlüsse auf die Kontextabhängigkeit der Vorentwicklungsaktivitäten gezogen. Die Kontextabhängigkeit gibt an, inwiefern ein Prozesselement, z.B. Vorentwicklungsaktivität, durch eine bestimmte Ausprägung eines Kontext-Faktors³¹ relevant oder irrelevant für den SOLL-Prozess des jeweiligen Projektes wird. Ein Beispiel dafür ist die Aktivität „Lieferanten managen“, die bei einem Entwicklungsprojekt ohne externe Parteien mit 100% interner Entwicklung nicht relevant ist.

Wie die zuvor dargelegten Untersuchungen zeigen, gibt es Kontext-Faktoren, die einen größeren Einfluss auf die Heterogenität von IST-Prozessen haben als andere. Insbesondere die Faktoren „zentrales Endergebnis“, „Entwicklungsumfänge“ und „externe Parteien“ weisen einen signifikanten Einfluss (siehe Tabelle 4.3 in Abschnitt 4.3) auf den IST-Prozess auf. Die größte Heterogenität der IST-Prozesse weisen dabei die Projekte mit den Ausprägungen „überwiegend UX / UI Entwicklungsumfänge“ und „überwiegend Werkstofftechnik Entwicklungsumfänge“ des Kontext-Faktors „Entwicklungsumfänge“ auf. Die jeweiligen IST-Prozesse unterscheiden sich vor allem hinsichtlich der VE-Aktivität „Stakeholder Nutzen identifizieren“ der von 75% der analysierten Projekte mit „überwiegend Werkstofftechnik Entwicklungsumfängen“ nicht durchgeführt wurde. Diese VE-Aktivität wurde im Gegensatz dazu von allen Projekten mit „überwiegend UX / UI Entwicklungsumfängen“ in den Phasen „Projektideen finden“ und „Analyse“ durchgeführt.

Diese Informationen stellen eine wichtige Grundlage für die Konzipierung von SOLL-Prozess Baukästen dar, da sie einem Prozessautor helfen, die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der für das jeweilige Vorentwicklungsprojekt erforderlichen Prozesselemente zu verstehen. Bei ausreichender Datenqualität können diese Daten auch für die Festlegung der Kontextabhängigkeit einzelner Prozesselemente genutzt werden. Hierbei muss allerdings berücksichtigt werden, dass IST-Prozesse zwar real durchgeführte Projektverläufe wiedergeben, jedoch keine neuen Richtlinien und Regularien abbilden. Dies muss ebenfalls bei der Bewertung der Kontextabhängigkeit berücksichtigt werden. Die Ergebnisse dieses Abschnitts zeigen aber, dass es möglich ist, basierend auf empirischen Daten die Heterogenität von Entwicklungsprozessen zu untersuchen und daraus Implikationen für die spätere

³¹ Siehe Abschnitt 2.1.4

Prozessgestaltung abzuleiten, für eine bessere Anwendbarkeit von Referenzprozessen.

4.4 Prozessanforderungen in Vorentwicklungs-projekten am Beispiel der AUDI AG

In den Untersuchungen des vorangegangenen Abschnittes wurden unterschiedliche Entwicklungskontexte analysiert und die Zusammenhänge zwischen ausgewählten Faktoren eines Vorentwicklungsprojektes und der Prozessgestaltung untersucht. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Herausforderung bei der Anwendung von Prozessen und Methoden in automobilen Vorentwicklungsprojekten darin besteht, dem Projektleiter für sein Vorentwicklungsprojekt und seinen Entwicklungskontext maßgeschneiderte Prozesse und Methoden zur Verfügung zu stellen. Die spezifischen Anforderungen für die Umsetzung eines solchen Ansatzes werden in diesem Abschnitt untersucht. Dementsprechend werden in Abbildung 4.9A die Anforderungen an den Vorentwicklungsprozess (n=96) dargestellt und Abbildung 4.9B zeigt die Anforderungen an ein Tool zur Unterstützung des Vorentwicklungsprozesses (n=96).

A: Anforderungen an den Vorentwicklungsprozess (n=96)

Der Vorentwicklungsprozess soll...



B: Anforderungen an ein Tool für den Vorentwicklungsprozess (n=96)

Das Tool soll...

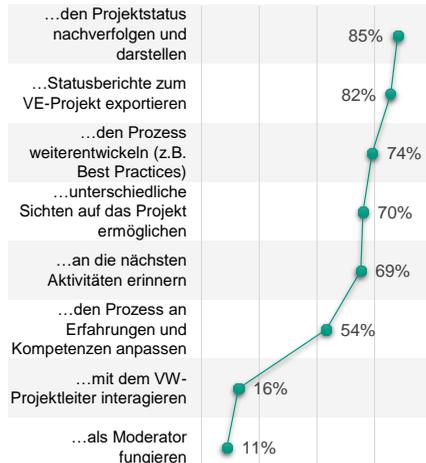


Abbildung 4.9: A: Anforderungen an den Vorentwicklungsprozess (n=96); B: Anforderungen an ein Tool zur Unterstützung des Vorentwicklungsprozesses (n=96)

Laut 59% der Befragten ist die wichtigste Anforderung an den Vorentwicklungsprozess, dass er Iterationen und agile Arbeitsweisen ermöglicht. Ergänzend dazu, fordern 46% der Befragten Best Practices, Anleitungen und Methoden im Vorentwicklungsprozess. Zudem wünschen sich 44% der Befragten, dass der Vorentwicklungsprozess projektspezifische Prozessschritte umfasst und bereitstellt. Diese Anforderung kann durch die Untersuchung der Heterogenität der IST-Prozesse unterschiedlicher Vorentwicklungsprojekte aus Abschnitt 4.3 bestätigt werden. Zudem fordern 38% der Befragten, dass der Vorentwicklungsprozess ebenfalls Schnittstellen zu anderen Abteilungen aufzeigt und 27% der Befragten wünschen sich, dass der Prozess ebenfalls die benötigten Ressourcen für einzelne Prozessschritte umfasst. Lediglich 16% der Befragten haben die Anforderung, dass der Vorentwicklungsprozess als Vorlage für die Projektplanung dienen soll.

Für die Realisierung dieser Anforderungen wird es notwendig sein, ein anwendbares Tool zur Unterstützung der geforderten Funktionalitäten des Vorentwicklungsprozesses zu entwickeln. Die Mehrheit der Befragten (85%) haben die Anforderung, dass das Tool den Status des Vorentwicklungsprojektes nachverfolgen und darstellen soll. Dementsprechend würden 82% der Befragten gerne Statusberichte zu ihrem Vorentwicklungsprojekt exportieren können. Ergänzend dazu, wünschen sich 74% der Befragten eine Funktionalität zur Weiterentwicklung des Vorentwicklungsprozesses, beispielsweise durch Lessons Learned und Best Practices. Außerdem möchten 70% der Befragte, dass das Tool unterschiedliche Sichten auf das Projekt ermöglicht und 69% der Befragten wünschen sich, dass das Tool sie an die nächsten Aktivitäten erinnert. Die Hälfte der Befragten (54%) möchte, dass das Tool den Vorentwicklungsprozess an die Kompetenzen und Erfahrungen des Projektleiters anpasst. Lediglich 16% der Befragten fordern, dass das Tool mit dem Projektleiter, z.B. in Form eines Chatbots, interagiert und 11% möchten, dass das Tool als Moderator fungieren kann. Da ein paar der Befragten angemerkt haben, dass sie kein zusätzliches IT-Tool wünschen, ergibt sich eine weitere Anforderung, die eine vollständige Integration in ein bestehendes IT-Tool des jeweiligen Unternehmens ermöglicht.

Die vorgestellte Untersuchung betont die Notwendigkeit von maßgeschneiderten Prozessen und Methoden für die bestmögliche Unterstützung des Projektleiters in automobilen Vorentwicklungsprojekten. Da der bestehende Vorentwicklungsprozess nicht die vorherrschenden Anforderungen erfüllt, wünscht sich die Mehrheit der Befragten einen neuen, bzw. verbesserten Vorentwicklungsprozess. Das Hauptproblem des bestehenden Prozesses ist die unzureichende Unterstützung von agilen Arbeitsweisen. Außerdem benötigen die meisten der Befragten eine methodische Unterstützung bei der Durchführung der Vorentwicklungsaktivitäten

Kostenabschätzung, Rechtsthemen klären, sowie Recherchen und Informationsbeschaffung. Die Analyse der IST-Prozesse der Vorentwicklungsprojekte zeigt, dass es zwar Gemeinsamkeiten zwischen den IST-Prozessen gibt, es jedoch signifikante Unterschiede der IST-Prozesse gibt, die auf unterschiedliche Ausprägungen von Faktoren des Entwicklungskontextes zurückgeführt werden können. Demnach fordert die Mehrheit der Befragten einen Vorentwicklungsprozess, der Iterationen und agile Arbeitsweisen ermöglicht. Daher ist es wichtig, dass ein neuer, bzw. verbesserter Vorentwicklungsprozess einen realen Mehrwert für Projektleiter birgt. Dies kann durch einen flexiblen Ansatz zur Unterstützung agiler Vorgehensweisen ermöglicht werden.

4.5 Diskussion der empirischen Untersuchung von automobilen Vorentwicklungsprojekten

Die Ergebnisse der vorgestellten Untersuchung weisen auf einen Bedarf zur Verbesserung der Prozesse und Methoden in automobilen Vorentwicklungsprojekten im untersuchten Unternehmen hin. Dieser Bedarf wurde einerseits durch die explizit erfragten Probleme und Anforderungen des Vorentwicklungsprozesses bestätigt. Hierbei ergibt sich insbesondere ein Bedarf für die Unterstützung von agilen Arbeitsweisen durch den Prozess. Andererseits konnte durch die Untersuchung der Heterogenität der Vorentwicklungsprojekte der implizit vorliegende Bedarf für einen projektspezifischen Vorentwicklungsprozess expliziert werden. Hierbei fiel vor allem auf, dass es mehrere Faktoren gibt, die einen signifikanten Einfluss auf den Vorentwicklungsprozess haben. Obwohl die Ergebnisse einen signifikanten Einfluss aufweisen, ist es notwendig die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Faktoren und der Prozessgestaltung durch weitere Untersuchungen zu quantifizieren.

Bei der Untersuchung des Faktors zentrales Endergebnis wurde festgestellt, dass die Ausprägungen A: Enabler und B: Kundenfunktion eine verhältnismäßig geringe Differenz der IST-Prozesse aufweisen. Dies kann dadurch erklärt werden, dass die Befragten in der Umfrage mehrere zentrale Endergebnisse für ihr Vorentwicklungsprojekt auswählen konnten. Da ein großer Anteil der untersuchten Projekte sowohl einen Enabler als auch eine Kundenfunktion entwickeln, ergibt sich zwei sehr ähnliche IST-Prozesse der beiden Ausprägungen. Zudem wurde festgestellt, dass 19% der Projekte die einen Enabler entwickeln, die Vorentwicklungsaktivität Validieren nicht durchführen. Dies kann dadurch begründet werden, dass bei dieser Art von Endergebnis keine gesonderte Absicherung des Kundennutzens erforderlich ist, da ein Enabler oftmals keine Schnittstelle zum Kunden aufweist. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Enabler in Kombination mit einer Kundenfunktion validiert werden können, da es nur schwer möglich ist einen Enabler ohne eine Kundenfunktion zu validieren.

In der Literatur gibt es nicht viele Beiträge, die die Vorentwicklung, insbesondere die automobiler Vorentwicklung, sowie die Anwendung von Prozessen und Methoden in der Vorentwicklung adressieren. Daher wird im vorangegangenen Teil der Deskriptiven Studie I eine detaillierte Analyse der Prozesse und Methoden in der Vorentwicklung vorgestellt. Die Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit von agilen Arbeitsweisen und projektspezifischen Prozessen, was jedoch keinen neuen Bedarf in der Produktentwicklungsforschung darstellt. Demnach gibt es bereits eine Vielzahl von Veröffentlichungen, die sich mit agiler Produktentwicklung beschäftigen und ein paar Veröffentlichungen adressieren flexible und kontextadaptive Entwicklungsprozesse und -methoden. Dennoch implizieren die Ergebnisse der vorgestellten Studie, dass es lediglich eine unzureichende methodische Unterstützung in der automobilen Vorentwicklung gibt. Obwohl Referenzprozesse und Methodensammlungen in Unternehmen verfügbar sind, fordern die meisten der Vorentwicklungsprojektleiter einen neuen bzw. verbesserten Vorentwicklungsprozess. Zudem wünschen sich die Projektleiter eine methodische Unterstützung zu vielen der Vorentwicklungsaktivitäten. Daher ist es notwendig einen Ansatz zu entwickeln, der die beschriebenen Probleme und Anforderungen der Projektleiter adressiert, unter Gewährleistung der Anwendbarkeit des Ansatzes in Vorentwicklungsprojekten.

Die vorgestellte Untersuchung wurde mit 96 Projektleitern und Entwicklern aus unterschiedlichen Vorentwicklungsabteilungen der AUDI AG durchgeführt. Um die vorliegenden Untersuchungsergebnisse verallgemeinern zu können, sind weitere Untersuchungen in vergleichbaren Entwicklungskontexten erforderlich. Nur so ist es möglich eine generelle Aussage über die Probleme und Anforderungen von Prozessen und Methoden in Vorentwicklungsprojekten machen zu können. Jedoch war es bedingt durch die Forschungszielsetzung dieser Arbeit, relevanter eine hohe Varianz an Vorentwicklungsprojekten in einem größtenteils gleichen Entwicklungskontext, statt so unterschiedliche Entwicklungskontexte wie möglich, zu untersuchen.

4.6 Fazit zu Prozessanforderungen in Vorentwicklungsprojekten am Beispiel der AUDI AG

Aus der empirischen Untersuchung der methodischen Unterstützung von Vorentwicklungsprojekten am Beispiel der AUDI AG wurden in diesem Abschnitt Anforderungen an einen Entwicklungsprozess für automobiler Vorentwicklungsprojekte synthetisiert. Diese Anforderungen sind in Abbildung 4.10 zusammengefasst und erfordern spezifische Ausprägungen der in Abschnitt 2.2.2 identifizierten Prozessmerkmale.

Nutzer & Nutzungsanalyse	Umfeldanalyse
<ul style="list-style-type: none"> ■ Der Vorentwicklungsprozess soll Iterationen und agile Arbeitsweisen unterstützen. ■ Der Vorentwicklungsprozess soll Best Practices, Anleitungen und Methoden umfassen. ■ Der Vorentwicklungsprozess soll Projekt(kontext-)spezifische Aktivitäten beinhalten. ■ Der Vorentwicklungsprozess muss eine methodische Unterstützung des Projektleiters darstellen und darf keine unnötige Zusatzbelastung sein. ■ Der Vorentwicklungsprozess soll nicht in einem zusätzlichen IT-Tool realisiert werden. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Der Vorentwicklungsprozess muss zertifizierbar sein und zertifiziert werden. ■ Der Vorentwicklungsprozess muss kompatibel mit bestehenden Rahmen- und Supportprozessen, wie z.B. dem Budgetprozess oder Einkaufsprozess sein. ■ Für die Qualitätssicherung und Risikominimierung ist es erforderlich, dass bestimmte Prozesselemente des Vorentwicklungsprozesses von allen Projekten im Geltungsbereich zu einem definierten Zeitpunkt durchgeführt wurden. Dies muss steuerbar und kontrollierbar sein.

Abbildung 4.10: Synthetisierte Anforderungen an Entwicklungsprozesse in automobilen Vorentwicklungsprojekten

In Tabelle 4.7 werden die erforderlichen Ausprägungen der Prozessmerkmale des Entwicklungsprozesses aufgelistet und begründet. Demnach ist ein hoher Detaillierungsgrad des Entwicklungsprozesses notwendig, da die Befragten ebenfalls Methodenvorschläge, sowie Anleitungen und Best Practices fordern. Hierdurch kann eine bessere methodische Unterstützung bei der Durchführung der Vorentwicklungstätigkeiten ermöglicht werden. Die Ressourcenzuweisung sollte optional gestaltet sein, da dies von der Präferenz des Projektleiters abhängt. Die Reihenfolge der Prozesselemente muss flexibel gestaltet sein, da eine agile Arbeitsweise möglich sein soll. Aufgrund dem Wunsch nach einer agilen Arbeitsweise und der hohen Dynamik des Entwicklungskontextes ist eine iterative Arbeitsweise erforderlich. Die Dynamik des Entwicklungskontextes bedingt zudem die mittlere Berücksichtigung von Puffern in der Projektplanung. Aufgrund einer Anforderung durch das Risiko- und Qualitätsmanagement muss die Überprüfung des Projektstatus circa einmal monatlich stattfinden können. Hinsichtlich der Kommunikation des Projektstatus gab es keine explizite Anforderung, da jedoch bei Vorentwicklungsprojekten insbesondere Lobbyarbeit in anderen Fachabteilungen erforderlich ist, wurde hier die mittlere Ausprägung gewählt. Die Anzahl der Arbeitspakete ist aufgrund der hohen Divergenz der Projekte im Geltungsbereich des Entwicklungsprozesses stark variabel.

Tabelle 4.7: Prozessmerkmale und spezifische Ausprägungen basierend auf Anforderungen an den Entwicklungsprozess

Prozessmerkmale	Ausprägung	Begründung
Detaillierungsgrad	hoch	Der Prozess soll ebenfalls Methoden, Anleitungen und Best Practices beinhalten.
Ressourcenzuweisung	optional	Die Ressourcenzuweisung wurde als weniger relevant von den Befragten bewertet und hängt von den Präferenzen des Projektleiters ab.
Reihenfolge der Prozesselemente	flexibel	Die Prozessnutzer wünschen sich eine agile Arbeitsweise, die durch den Prozess ermöglicht werden sollte.
Arbeitsweise	iterativ	Die Prozessnutzer wünschen sich eine agile Arbeitsweise. Durch die hohe Dynamik des Entwicklungskontext sind die Projekte unsicherheitsbehaftet.
Berücksichtigung von Puffer	mittel	Der Entwicklungskontext der Projekte im Geltungsbereich weist eine hohe Dynamik auf.
Überprüfung des Projektstatus	~monatlich	Das Risiko- und Qualitätsmanagement erfordert eine regelmäßige Überprüfung des Projektstatus.
Kommunikation des Projektstatus	mittel	Keine explizite Anforderung
Anzahl der Arbeitspakete	unterschiedlich	Durch die hohe Divergenz an Projekten innerhalb des Geltungsbereiches des Entwicklungsprozesses ergibt sich eine unterschiedliche Anzahl an Prozesselementen

Diese Prozessmerkmale weisen darauf hin, dass ein adaptiver Entwicklungsprozess für die Anwendung in automobilen Vorentwicklungsprojekten geeignet ist. Dementsprechend können die in Abschnitt 2.4.7 synthetisierten Kriterien (siehe Tabelle 2.9) aus dem Vergleich bestehender Ansätze für adaptive Entwicklungsprozesse als Grundlage für die nachfolgende präskriptive Studie genutzt werden.

5 Ansatz zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen

In diesem Kapitel wird ein Ansatz für die Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen vorgestellt. Als Grundlage für die Entwicklung dieses Ansatzes dient das Zielsystem dieser Arbeit, welches durch die deskriptive Studie I in Kapitel 4 präzisiert wurde. Entsprechend den formulierten Forschungsfragen in Abschnitt 3.1.4, wird in diesem Kapitel die zweite Forschungsfrage beantwortet.

2. Welche systematische Unterstützung ist erforderlich, um Projektleiter autonomer Vorentwicklungsprojekte bei der Entwicklung von realistischen SOLL-Prozessen, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, zu fördern?

Diese Forschungsfrage wird mit einer präskriptiven Studie beantwortet. Zunächst wird untersucht, wie ein SOLL-Prozess Baukasten gestaltet sein sollte, um eine Instanziierung und Konfiguration von kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlägen zu ermöglichen. Hierfür wird im ersten Schritt der Begriff des SOLL-Prozess Baukastens definiert und eingeordnet. Anschließend werden relevante Prozesselemente des SOLL-Prozess Baukastens hergeleitet und erläutert. Das Regelwerk des SOLL-Prozess Baukastens wird durch die Abhängigkeiten der Prozesselemente abgebildet. Weiterführend wird ein Vorgehensmodell für die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen in der Unternehmenspraxis vorgestellt. Das Vorgehensmodell gliedert sich in drei Methoden, welche nicht nur den Projektleiter bei der Nutzung des SOLL-Prozess Baukastens unterstützen, sondern ebenfalls den Prozessautor bei der Identifikation von Anforderungen an den Entwicklungsprozess und bei der Konzipierung eines SOLL-Prozess Baukastens unterstützen.

5.1 Modell des SOLL-Prozess Baukastens

Die Modellierung des SOLL-Prozess Baukastens adressiert die in Abschnitt 4.6 quantifizierten Kriterien. Dementsprechend bildet das Modell des SOLL-Prozess Baukastens unterschiedliche Typen von Prozessmodulen ab, welche in einem jeweiligen Anwendungsfall erforderlich sein können. Durch die unterschiedlichen Prozessmodule wird eine modulare Struktur realisiert und die diversen Abhängigkeiten der Prozessmodule münden zudem in einer vernetzten und hierarchischen Strukturierung des SOLL-Prozess Baukastens. Als Einflussgrößen für die Adaption des jeweiligen Prozesses wird der Entwicklungskontext inklusive Nutzer und Produkt /

System, sowie die Entwicklungssituation genutzt. Zudem ermöglicht das Modell des SOLL-Prozess Baukastens eine Kombination aus verpflichtenden und empfohlenen Prozessmodulen, um so einen anwendungsfallspezifischen Freiheitsgrad realisieren zu können.

In Abbildung 5.1 wird das Modell des SOLL-Prozess Baukastens dargestellt. Hierbei charakterisiert der Geltungsbereich des jeweiligen SOLL-Prozess Baukastens das Anwendungsspektrum, in dem der SOLL-Prozess Baukasten nutzbar ist. Das Modell umfasst diverse Prozessmodultypen, die überwiegend hierarchisch strukturiert sind. Lediglich die Prozessmodultypen Tools und Rollen sind hierarchieübergreifend und können mit jedem anderen Prozessmodultyp verknüpft werden. Weiterführend wird durch die drei Arten von Abhängigkeiten der Prozessmodule das Regelwerk des SOLL-Prozess Baukastens realisiert. Zudem können einzelnen Prozessmodule als Muss-Prozessmodule oder optionale Prozessmodule charakterisiert werden. Bei der Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens durch den Projektleiter ist es ebenfalls möglich, dass zusätzliche Prozesselemente, welche projektindividuell sind, hinzugefügt werden können. Diese werden dann nicht als Prozessmodule, sondern als Prozesselemente bezeichnet, da sie nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens sind.

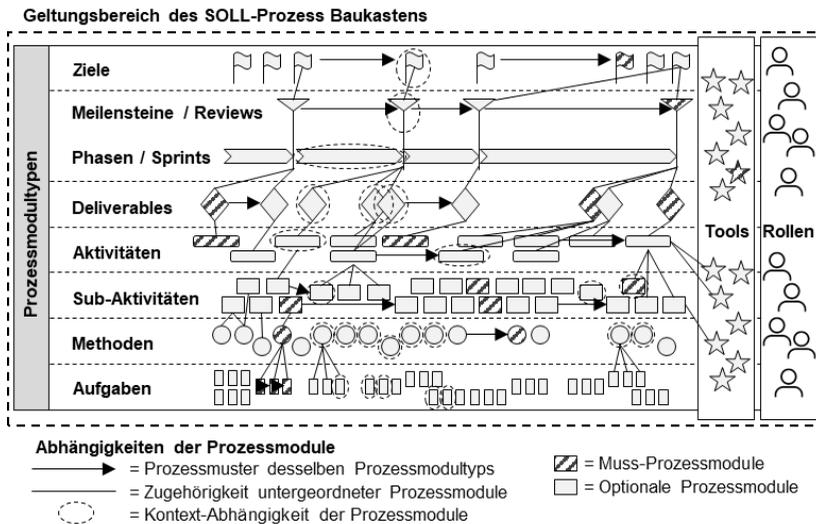


Abbildung 5.1: Modell des SOLL-Prozess Baukastens

5.1.1 Definition und Einordnung

Grundlage für die Definition des SOLL-Prozess Baukastens ist die Definition eines Baukastens nach der VDI 2221 (VDI 2221, 2019a, S. 3) aus Tabelle 2.1. Dementsprechend wird ein SOLL-Prozess Baukasten wie folgt definiert.

Ein **SOLL-Prozess Baukasten** ist die Menge aller Prozesselemente, die dem zugehörigen Regelwerk folgen, mit dem Ziel, aus diesen Prozesselementen kontextspezifische SOLL-Prozess Vorschläge mit jeweils unterschiedlicher Menge aller aufgabenspezifischen Tätigkeiten instanziierten und konfigurieren zu können.

Basierend auf dieser Definition lässt sich ein SOLL-Prozess Baukasten als organisationspezifisches Prozessmodell charakterisieren. In Abbildung 5.2 ist die Einordnung des SOLL-Prozess Baukastens als zusätzlicher Prozessmodelltyp dargestellt.

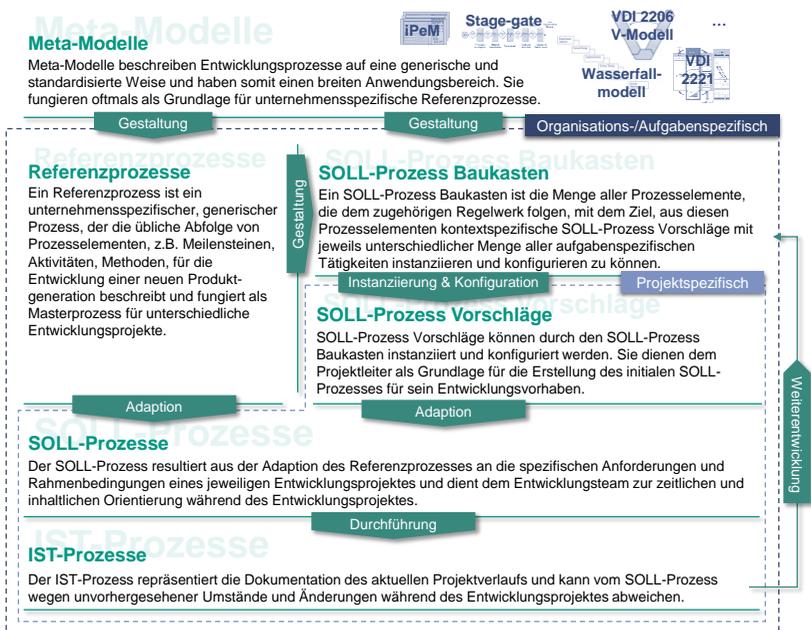


Abbildung 5.2: Einordnung des SOLL-Prozess Baukastens und der SOLL-Prozess Vorschläge

Dementsprechend können Meta-Modelle und bestehende Referenzprozesse als Grundlage für die Gestaltung eines SOLL-Prozess Baukastens genutzt werden. Dieser kann, wie auch der Referenzprozess, organisations- oder aufgabenspezifisch sein. Dies hängt vom jeweiligen Anwendungsfall ab. Mit Hilfe des SOLL-Prozess Baukastens können sogenannte SOLL-Prozess Vorschläge instanziiert und konfiguriert werden. Diese sind, wie auch SOLL-Prozesse, projektspezifisch und können durch eine entsprechende Adaption vom Projektleiter in einen SOLL-Prozess überführt werden. In der Abbildung sind SOLL-Prozess Vorschläge als separater Prozessmodelltyp dargestellt, wobei dieser Prozessmodelltyp große Ähnlichkeiten mit dem SOLL-Prozess hat. Der Hauptunterschied liegt in der Entstehung beider Prozessmodelltypen. So wird ein SOLL-Prozess stets von einem Projektleiter bzw. dem Projektteam erstellt und adaptiert, wohingegen SOLL-Prozess Vorschläge aus dem SOLL-Prozess Baukasten entstehen können oder durch einen projektexternen Prozessexperten für ein Entwicklungsprojekt erstellt werden können. Durch die Durchführung des SOLL-Prozesses erhält man den IST-Prozess. Dieser IST-Prozess kann wiederum genutzt werden, um den SOLL-Prozess Baukasten weiterzuentwickeln.

5.1.2 Prozesselemente und Prozessmodule

Prozesselemente stellen den inhaltlichen Kern eines Prozessmodells dar und lassen sich in verschiedene Prozesselementtypen unterteilen. Sobald ein Prozesselement Teil des SOLL-Prozess Baukastens ist, wird es als Prozessmodul bezeichnet. Ein Prozessmodul wird in Anlehnung an BURSAC wie folgt definiert (Bursac, 2016, S. 49).

Ein **Prozessmodul** ist ein Prozesselement, das sich durch andere Prozesselemente ersetzen lässt, so dass die Menge aller aufgabenspezifischen Tätigkeiten eines kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlages variiert wird.

Die unterschiedlichen Typen von Prozessmodulen sind in Abbildung 5.1 dargestellt und lassen sich wie folgt beschreiben:

- **Ziele** sind Teil des Zielsystems (Ropohl, 2009) und beschreiben den gewünschte Endzustand des zu entwickelnden Systems zum Projektende bzw. zu einem jeweils definierten Zeitpunkt im Projekt. In der Regel verändern sich diese Ziele während der Projektdurchführung.
- **Meilensteine / Reviews** sind Synchronisationspunkte innerhalb eines Projektes, um über den weiteren Projektverlauf zu entscheiden. In der Praxis werden für jeden Meilenstein innerhalb eines Projektes notwendige Ziele und Deliverables durch das Projektteam definiert. Ein Meilenstein kann beispielsweise die

Präsentation des Projektes in einem Gremium, eine Managemententscheidung oder ein Sprint Review sein.

- **Phasen / Sprints** definieren einen bestimmten Zeitabschnitt innerhalb eines Entwicklungsprojektes und werden durch einen Meilenstein bzw. ein Review abgeschlossen. Normalerweise sind Phasen / Sprints mit Zielen, Deliverables und Produktentstehungsaktivitäten verknüpft.
- **Deliverables** können aus den Zielen abgeleitet werden und beschreiben Objekte oder Artefakte, welche zu einem definierten Zeitpunkt im Projekt, z.B. Meilenstein oder Review, verfügbar sein sollen.
- **Aktivitäten** sind Arbeitspakete die erledigt werden müssen (Browning *et al.*, 2006), um den angestrebten Endzustand eines zu entwickelnden Systems zu erreichen. Eine Aktivität kann je nach Anwendungsfall des SOLL-Prozess Baukastens eine Produktentstehungsaktivität, wie z.B. Ideen finden, Prototyp aufbauen oder Validieren und Verifizieren, sowie eine Problemlösungsaktivität, wie z.B. Problemeingrenzung, alternative Lösungen oder Entscheiden und Umsetzen, oder eine Kombination aus Produktentstehungs- und Problemlösungsaktivität, wie z.B. alternative Lösungen für Produktideen finden, sein.
- **Sub-Aktivitäten** sind handhabbare, kleinere Arbeitspakete, um einen spezifischen Aspekt eines Deliverables zu realisieren. In agil-organisierten Entwicklungsprojekten sind Sub-Aktivitäten äquivalent zu Backlog Elementen, wie z.B. Features, Funktionen, Anforderungen, Erweiterungen oder Korrekturen (Schwaber & Sutherland, 2011).
- **Methoden** sind definiert als geplante Abläufe, um ein zuvor definiertes Ziel zu erreichen (VDI 2223, 2004). Methoden unterstützen die effektive und effiziente Durchführung von Sub-Aktivitäten.
- **Aufgaben** sind kleine Arbeitspakete oder To-dos, die notwendig sind, um eine Sub-Aktivität durchzuführen. Eine typische Aufgabe ist die Vorbereitung einer Methode oder die Nachbereitung einer Methodendurchführung.
- **Tools** sind Hilfsmittel oder Werkzeuge, um die Planung, die Kontrolle oder die Durchführung von Entwicklungsprojekten zu unterstützen und können somit allen Typen von Prozessmodulen zugeordnet werden.
- **Rollen** werden bei der Beschreibung von Prozessen für die Zuordnung von Verantwortlichkeiten genutzt. Einer Rolle werden Tätigkeiten bzw. Aufgaben zugeordnet, welche den Fähigkeiten und Befugnissen der Rolle entsprechen. Rollen können ebenfalls allen Typen von Prozessmodulen zugeordnet werden.

Diese Typen von Prozessmodulen dienen als Grundlage für die Konzipierung eines SOLL-Prozess Baukastens. Für die Realisierung des SOLL-Prozess Baukastens ist jedoch ebenfalls ein Regelwerk erforderlich, welches im nachfolgenden Abschnitt mit Hilfe von Abhängigkeiten der Prozessmodule beschrieben wird.

5.1.3 Abhängigkeiten der Prozessmodule

Die Abhängigkeiten der Prozessmodule beschreiben die Art des Zusammenhangs von Prozessmodulen desselben Typs, Prozessmodulen unterschiedlichen Typs und von Prozessmodulen zu relevanten Einflussgrößen des Entwicklungskontextes. Hierfür werden die nachfolgend beschriebenen drei Arten von Abhängigkeiten unterschieden.

Prozessmuster desselben Prozessmodultyps beschreiben kausale und logische Zusammenhänge mehrerer Elemente desselben Prozessmodultyps. Eine Ausprägung von Prozessmustern sind sogenannte Muss-Vorgänger, welche einen notwendigen Input für das nachfolgende Prozessmodul darstellen. Eine weitere Ausprägung stellen sogenannte Gewohnheiten oder gängige Abläufe dar, welche innerhalb eines Teams, einer Abteilung oder eines Unternehmens für gewöhnlich in einer bestimmten Abfolge durchgeführt werden. Beispielsweise ist es in einem Entwicklungsprojekt erforderlich zunächst ein initiales Zielsystem zu erstellen, bevor technische Lösungs Ideen generiert werden können.

Die **Zugehörigkeit untergeordneter Prozessmodule** beschreibt die gegenseitige Passung und Notwendigkeit von untergeordneten Prozessmodulen. Die hierarchische Gliederung der Prozessmodule ergibt sich aus Abbildung 5.1. Da die Prozessmodultypen Tools und Rollen nicht in die hierarchische Struktur eingeordnet werden können, weisen diese Prozessmodultypen Zugehörigkeiten zu allen andern Prozessmodultypen auf. Ein Beispiel für die Zugehörigkeit untergeordneter Prozessmodule ist die Sub-Aktivität technische Lösungs Ideen generieren und die Zugehörigkeit von Kreativitätsmethoden, wie Brainstorming oder der 6-3-5 Methode für die Durchführung dieser Sub-Aktivität.

Die **Kontextabhängigkeit von Prozessmodulen** beschreibt die Relevanz und die Ausprägung von Prozessmodulen innerhalb eines spezifischen Entwicklungskontextes. Demnach ist es möglich, dass ein Prozessmodul für ein Entwicklungsprojekt A relevant ist, jedoch für Entwicklungsprojekt B nicht von Bedeutung ist. Ergänzend dazu kann es notwendig sein, ein Prozessmodul an den Kontext eines Entwicklungsprojektes zu adaptieren, um so die Anwendbarkeit sicherzustellen. Beispielsweise ist die Sub-Aktivität Entwicklung eines CAD Modells relevant für Entwicklungsprojekte mit mechanischen Entwicklungsumfängen, jedoch nicht für Entwicklungsprojekte mit ausschließlich Software Entwicklungsumfängen.

Durch diese drei Arten von Abhängigkeiten der Prozessmodule ist es möglich einen geeigneten SOLL-Prozess Vorschlag basierend auf instanziierten Prozessmodulen entsprechend dem Entwicklungskontext zu konfigurieren. Demnach wird durch

diese Abhängigkeiten und deren Ausprägung in einem jeweiligen Anwendungsfall das Regelwerk des SOLL-Prozess Baukastens beschrieben.

5.2 Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen

Nach der Beschreibung des Modells des SOLL-Prozess Baukastens wird in diesem Abschnitt ein Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen vorgestellt. Das Vorgehensmodell ist in Abbildung 5.3 dargestellt und wird durch den Problemlösungsprozess SPALTEN (Albers *et al.*, 2016b) strukturiert. Zudem wurden drei Methoden entwickelt, die je einen Teil des Vorgehensmodells methodisch unterstützen. Die detaillierte Erläuterung der drei Methoden wird in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

Zu Beginn des Vorgehensmodells wird eine **Situationsanalyse** durchgeführt. Hierbei ist es erforderlich, dass sich der Anwender des Vorgehensmodells einen Überblick über die jeweilige Aufgabenstellung zur Konzipierung oder Verbesserung eines Entwicklungsprozesses verschafft. Zudem muss das Prozessumfeld sondiert werden und die relevanten Stakeholder des Entwicklungsprozesses und der Aufgabenstellung identifiziert werden. Die anschließende **Problemeingrenzung** umfasst eine detaillierte Analyse der Prozessnutzer, der unterschiedlichen Prozesse im jeweiligen Entwicklungskontext und des Prozessumfeldes. Die gesammelten Informationen werden synthetisiert, um Probleme, Herausforderungen und Anforderungen für den Entwicklungsprozess zu quantifizieren. Der nachfolgende Schritt forciert die Generierung **alternativer Lösungen** für die zuvor präzisierete Problemstellung. Hierbei können die Prozessmerkmale aus Abschnitt 2.2.2 entsprechend der Prozessanforderungen variiert werden, um so alternative Prozessarchitekturen und Prozesselemente für den Entwicklungsprozess zu konzipieren. Je nach Ausprägung der Prozessmerkmale kann eine modulare Prozessarchitektur erforderlich sein, welche den Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens erfordert. Dementsprechend können in diesem Schritt sowohl ein Referenzprozess wie auch ein SOLL-Prozess Baukasten als alternative Lösungen konzipiert werden. Bei der **Lösungsauswahl** werden die alternativen Varianten von Prozessarchitekturen und Prozesselementen gegenübergestellt, verglichen und bewertet. Anschließend wird die Lösung ausgewählt, welche die formulierten Prozessanforderungen erfüllt und die Problemsituation bestmöglich löst. Das bedeutet, dass in diesem Schritt entschieden wird, ob die Entwicklung und der Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens besser geeignet ist als die Entwicklung und der Einsatz eines klassischen Referenzprozesses. Nachfolgend wird für die ausgewählte Prozessarchitektur mitsamt Prozesselementen eine **Tragweitenanalyse** durchgeführt. Hierbei wird der Einsatz des SOLL-Prozess Baukas-

tens oder des Referenzprozesses evaluiert, um so Stärken, Schwächen und Auswirkungen auf die Produktentwicklung zu quantifizieren. Bei einem ungenügenden Ergebnis der Tragweitenanalyse ist es erforderlich eine alternative Lösung auszuwählen oder zu entwickeln. Insofern in diesem Schritt festgestellt wird, dass sich die Problemsituation verändert hat oder relevante Informationen nicht berücksichtigt wurden, sollte der Problemlösungsprozess von Anfang an erneut durchgeführt werden. Bei einem zufriedenstellenden Ergebnis der Tragweitenanalyse wird im nächsten Schritt **Entscheiden und Umsetzen** der Einsatz des SOLL-Prozess Baukastens oder des Referenzprozesses im Unternehmen entschieden. Hierfür sind insbesondere die Realisierung eines Implementierungskonzeptes und die Begleitung der Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens oder des Referenzprozesses erforderlich. Abschließend wird beim **Nachbereiten und Lernen** das durchgeführte Vorgehen und dessen Ergebnisse evaluiert. Demnach ist es in diesem Schritt möglich die Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens oder des Referenzprozesses mit Hilfe von Erfolgskriterien zu bewerten. Die Erkenntnisse aus diesem Schritt können wiederum als Lessons Learned oder Best Practices für die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen oder Referenzprozessen in anderen Organisationseinheiten genutzt werden.

Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse	S Situationsanalyse	Analyse der Situation: Überblick über Aufgabenstellung, Umfeld und Stakeholder
	P Problemengrenzung	Detaillierte Analyse der Anwender, der Prozesse und des Umfeldes, um Prozessanforderungen zu synthetisieren
Methode für die unternehmensspezifische Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen	A Alternative Lösungen	Konzipierung alternativer Prozessarchitekturen und Prozesselemente für den Entwicklungsprozess
	L Lösungsauswahl	Auswahl geeigneter Prozessarchitektur und relevanter Prozesselemente
	T Tragweitenanalyse	Tragweitenanalyse des konzipierten SOLL-Prozess Baukastens inkl. Anwendungsstudie und Evaluation
Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen	E Entscheiden & Umsetzen	Entscheidung über Einsatz des SOLL-Prozess Baukastens, sowie Implementierung und Anwendung
	N Nachbereiten / Lernen	Nachbereiten der Konzipierung des SOLL-Prozess Baukastens und dessen Anwendung

Abbildung 5.3: Vorgehensmodell für die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen

Da es bei der Anwendung des Vorgehensmodells in Unternehmen möglich ist, dass das Vorgehensmodell nicht durchgängig von demselben Anwender durchgeführt wird, wurde das Vorgehensmodell in drei eigenständige Methoden unterteilt. Diese sollen den jeweiligen Anwender des Vorgehensmodells bei der Durchführung der einzelnen Schritte bestmöglich unterstützen. Beispielsweise ist es möglich die Methode für die Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse durchzuführen, ohne anschließend die Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens anzuwenden. Dies kann der Fall sein, wenn die synthetisierten Anforderungen an den Entwicklungsprozess keine Flexibilität und Adaptierbarkeit erfordern. In diesem Fall ist die Entwicklung eines Referenzprozesses zweckmäßiger. Andererseits ist es ebenfalls möglich, dass bereits Anforderungen an den Entwicklungsprozess durch die Anwendung einer alternativen Methode vorliegen und so der Anwender direkt mit der Methode zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen beginnen kann.

5.2.1 Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse

Abbildung 5.4 gibt einen Überblick über die Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse. Diese Methode soll Prozessautoren bei der Identifikation von Problemen und der Ableitung von Anforderungen an einen Entwicklungsprozess unterstützen³². Die Methode basiert auf den Prinzipien des Requirements Engineering für die Entwicklung technischer Systeme.

Der erste Teil der Methode repräsentiert die Situationsanalyse. Hierbei steht im Vordergrund, dass der Prozessautor einen Überblick über die Aufgabenstellung, das Prozessumfeld, sowie relevante Stakeholder Gruppen erhält. Als erstes ist es erforderlich, dass der Prozessautor seine **Aufgabenstellung analysiert** und konkretisiert. Er sollte die Hintergründe und die Motivation der Aufgabenstellung kennen, sowie ein initiales Zielsystem bestehend aus formulierten Zielen, Anforderungen und Randbedingungen erstellen. Zu den relevanten Informationen, die der Prozessautor sammeln sollte, zählen beispielsweise der Zeitplan, verfügbare Ressourcen, z.B. Projektteam, Budget, IT-Tools, sowie die Ziele der Aufgabenstellung, z.B. Steigerung der Prozesseffizienz, Reduzierung von Planungsunsicherheiten. Zudem sollte sich der Prozessautor die Unterstützung des Managements sichern, bevor er mit der Problemeingrenzung beginnt. Bei der **Charakterisierung des Prozessumfeldes** beschreibt der Prozessautor den Geltungsbereich und den intendierten An-

³² Die in Abschnitt 5.2.1 dargestellten Untersuchungen sind in der Publikation Wilmsen *et al.* (2020), veröffentlicht worden.

wendungsbereich des Entwicklungsprozesses so präzise wie möglich. Hierfür empfiehlt es sich bestehende Kontext-Faktoren aus der Literatur, z.B. (Gericke *et al.*, 2013) zu nutzen, um so das Prozessumfeld standardisiert zu charakterisieren. Die dadurch entstandene präzise und vergleichbare Charakterisierung des Prozessumfeldes ist insbesondere für den zweiten Teil dieser Methode relevant. Bei der **Identifikation relevanter Stakeholder und Nutzergruppen** ist es erforderlich, dass der Prozessautor zunächst die unterschiedlichen Rollen, die mit dem Entwicklungsprozess interagieren werden, untersucht. Hierdurch können Stakeholder Gruppen innerhalb des Unternehmens synthetisiert werden. Eine dieser Stakeholder Gruppen werden die Prozessnutzer sein, welche von sehr großer Wichtigkeit für den Erfolg des Entwicklungsprozesses sind. Daher wird empfohlen die Prozessnutzer in mehrere Nutzergruppen mit individuellen Eigenschaften und Wünschen zu unterteilen. Hierfür kann beispielsweise die Persona Methode angewendet werden.



Abbildung 5.4: Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse

Der zweite Teil der Methode untergliedert sich wiederum in drei Themengebiete aus denen Probleme, Herausforderungen und Anforderungen synthetisiert werden. Hierbei handelt es sich um die Nutzer und Nutzungsanalyse, die Prozessanalyse und die Umfeldanalyse. Diese drei Themenbereiche können simultan erschlossen werden, in Abhängigkeit der jeweiligen Projektaufstellung und dem Projektplan des Prozessautors.

Das erste Themengebiet umfasst die **Nutzer und Nutzungsanalyse** des aktuellen Entwicklungsprozesses. Das Ergebnis dieses Themengebietes sind verifizierte Probleme und Anforderungen an den Entwicklungsprozess aus einer Nutzerperspektive. Zunächst ist es erforderlich die **Nutzergruppen** aus dem ersten Teil der Methode zu **präzisieren**. Hierbei werden aus der Beschreibung der repräsentativen Nutzergruppen erste Probleme, Bedürfnisse und Anforderungen abgeleitet, welche zu den Eigenschaften der jeweiligen Nutzergruppe passen. Im nächsten Schritt werden **Experteninterviews mit Vertretern der unterschiedlichen Nutzergruppen** durchgeführt. Das Ziel ist hierbei ein besseres Verständnis der Nutzer, sowie des Nutzungskontextes des Entwicklungsprozesses zu erlangen. Den Nutzer zu verstehen bedeutet zu wissen welche unterschiedlichen Typen von Nutzern es gibt, welche Rollen und Verantwortlichkeiten die Nutzer haben, z.B. Entwickler, Projektleiter, und wie sie mit dem Entwicklungsprozess interagieren. Ergänzend hierzu werden durch den Nutzungskontext die unterschiedlichen Situationen, in denen der Nutzer mit dem Entwicklungsprozess interagiert definiert. Beispiele für solche Situationen sind die Erstellung eines SOLL-Prozesses basierend auf dem Referenzprozess oder die Kommunikation des Projektstatus. Der Nutzungskontext umfasst demnach die je beteiligten Nutzer, die jeweilige Aufgabenstellung, die verfügbaren Ressourcen, sowie das physische und soziale Umfeld des Entwicklungsprozesses (DIN EN ISO 9241-210, 2011). Je nach Zielsetzung der Experteninterviews ist zu empfehlen, dass der Prozessautor den Teilnehmer bittet den jeweiligen IST-Prozess zu beschreiben, sowie zugehörige Probleme, Herausforderungen und Anforderungen des Entwicklungsprozesses zu nennen. Die gesammelten Informationen können genutzt werden, um die eingangs charakterisierten Nutzergruppen zu präzisieren und dienen als Grundlage für den nächsten Schritt. Um die identifizierten Probleme, Herausforderungen und Anforderungen an den Entwicklungsprozess zu erweitern und zu evaluieren ist es notwendig eine **Befragung mit dem Großteil der Prozessnutzer** durchzuführen. Hierbei ist zu beachten, dass die Befragungsteilnehmer repräsentativ für die relevanten Nutzergruppen des Entwicklungsprozesses sind, da sonst die Ergebnisse verfälscht werden können. Die Befragung sollte sich auf die Verifizierung der zuvor erhobenen Probleme, Herausforderungen und Anforderungen des Entwicklungsprozesses fokussieren. Zudem sollten die Befragungsteilnehmer die Möglichkeit haben fehlende Probleme, Herausforderungen oder Anforderungen zu ergänzen, sowie erläuternde Kommentare hinzuzufügen. Zusätzlich kann

die Befragung genutzt werden, um ausgewählte Kontext-Faktoren zur Differenzierung der Entwicklungsprojekte von den Teilnehmern bewerten zu lassen. Hierdurch kann die Heterogenität der Entwicklungsprojekte quantifiziert werden und somit können Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Nutzergruppen und den Projekttypen identifiziert werden. Die Befragungsergebnisse sind wichtig, um den Bedarf für einen neuen oder verbesserten Entwicklungsprozess zu untermauern und können die Bedeutung des Entwicklungsprozesses begründen. Ergänzend können die Nutzung und die Passung der aktuell eingesetzten Prozess- und Projektmanagementtools mit Hilfe der Befragung evaluiert werden.

Das zweite Themengebiet umfasst die **Prozessanalyse**. Das Ziel hierbei ist die Synthese von möglichen Schwächen, Stärken und Potentialen des Entwicklungsprozesses. Um eine Prozessanalyse angemessen durchzuführen ist es zunächst erforderlich das Prozessumfeld ausreichend zu kennen. Demnach sollte der Prozessautor die unterschiedlichen Prozessmodelle, die bereits im charakterisierten Prozessumfeld existieren untersuchen. Es ist hilfreich, bestehende **Prozessmodelle aus dem Stand der Technik** mit einem vergleichbaren Geltungsbereich wie dem des zu entwickelnden Entwicklungsprozesses zu analysieren. Insofern es innerhalb des charakterisierten Geltungsbereiches bereits Referenzprozesse oder andere Entwicklungsprozesse gibt, sollte der Prozessautor eine ausführliche Analyse der **bestehenden Referenzprozesse** durchführen, um so deren Schwächen und Stärken zu identifizieren. Durch eine Analyse unterschiedlicher **IST-Prozesse** innerhalb des charakterisierten Prozessumfeldes ist es möglich Abweichungen des theoretischen Entwicklungsprozesses und dessen praktischer Anwendung innerhalb des Unternehmens zu entdecken.

Das dritte Themengebiet forciert die **Analyse des Prozessumfeldes**. Hierbei ist das Ziel existente und relevante Restriktionen und Randbedingungen, welche bei der Konzipierung des Entwicklungsprozesses berücksichtigt werden sollten zu identifizieren. Zunächst ist es hierbei notwendig **Experteninterviews mit weiteren Stakeholder Gruppen** des Entwicklungsprozesses durchzuführen. Hierzu zählen beispielsweise das Management, sowie Innovations-, Risiko- oder Qualitätsmanager. Weiterführend ist es notwendig, dass der Prozessautor die existierenden und **relevanten Rahmenbedingungen und Restriktionen** berücksichtigt, Hierzu gehören insbesondere Gesetze, sowie Zertifizierungen oder Unternehmensrichtlinien. Insbesondere Funktionalitäten und Grenzen der verfügbaren Prozess- und Projektmanagementtools müssen hierbei berücksichtigt werden. Ergänzend hierzu kann es für den Prozessautor hilfreich sein, Experteninterviews mit anderen Prozessautoren durchzuführen, welche bereits vergleichbare Entwicklungsprozesse in einem ähnlichen Prozessumfeld entwickelt haben. Hierdurch kann der Prozessautor

Informationen zu den üblichen Hürden und Herausforderungen der Konzipierung eines Entwicklungsprozesses erhalten.

Die beschriebene Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse fungiert nicht als statische Vorgehensweise, sondern soll als Vorschlag und Orientierung für Prozessautoren zur Identifikation von Prozessanforderungen dienen. Dementsprechend kann es erforderlich sein, je nach Aufgabenstellung einzelne Aspekte der Methode wegzulassen, zu adaptieren oder zu ergänzen. Zudem ist es möglich während der Durchführung dieser Methode weitere Methoden, wie die Persona Methode, eine Interviewstudie oder Umfragen durchzuführen.

5.2.2 Methode für die organisationsspezifische Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen

In Abhängigkeit von den zuvor identifizierten Anforderungen an einen Entwicklungsprozess ergibt sich der Fall, dass ein flexibler Entwicklungsprozess entwickelt werden soll, welcher agile Arbeitsweisen ermöglicht und projektspezifische Prozesselemente umfasst. Hierfür bietet es sich an, einen SOLL-Prozess Baukasten zu entwickeln, welcher eine modulare Struktur aufweist und somit die geforderte Flexibilität des Entwicklungsprozesses ermöglicht. Nachfolgend wird eine Methode vorgestellt, wie ein solcher SOLL-Prozess Baukasten durch einen Prozessautor entwickelt werden kann³³. Ziel dieser Methode ist die Entwicklung eines unternehmensspezifischen SOLL-Prozess Baukastens, wie er in Abschnitt 5.1 definiert ist. In Abbildung 5.5 wird die Methode für die unternehmensspezifische Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen dargestellt. Die Methode untergliedert sich in drei Teile, welche je unterschiedlich durchgeführt werden können.

Im ersten Teil ist es erforderlich den **Geltungsbereich des SOLL-Prozess Baukastens** zu definieren. Hier bietet es sich an den bereits in Abschnitt 5.2.1 charakterisierten Entwicklungskontext zu präzisieren. Entsprechend der Zielsetzung des SOLL-Prozess Baukastens kann der Geltungsbereich alle Entwicklungsprojekte eines Unternehmens oder einer Organisationseinheit umfassen oder nur für bestimmte Entwicklungsaufgaben gültig sein. Beispielsweise können relevante Kontext-Faktoren die Branche, erforderliche Entwicklungsumfänge, z.B. Software, Mechanik, oder die zentralen Endergebnisse des Projektes, z.B. Kundenfunktion, mechatronisches Teilsystem, sein. Je nachdem wie eng oder weitläufig der jeweilige

³³ Die in Abschnitt 5.2.2 dargestellten Untersuchungen sind in der Publikation Wilmsen *et al.* (2019d), veröffentlicht worden.

Geltungsbereich definiert ist, ergeben sich zwei Fälle für die Kontext-Faktoren zur Charakterisierung des Entwicklungskontextes.

1.a. Ein **Kontext-Faktor** kann für alle Elemente bzw. Projekte innerhalb des Geltungsbereiches **dieselbe Ausprägung** aufweisen und dient somit der Charakterisierung des Geltungsbereiches. Dies ist oftmals der Fall bei Kontext-Faktoren, die das Unternehmensumfeld oder das Abteilungsumfeld beschreiben, wie z.B. die Branche oder die Unternehmensgröße.

1.b. Andererseits kann der Fall eintreten, dass ein **Kontext-Faktor** für zwei oder mehrere Elemente bzw. Projekte **unterschiedliche Ausprägungen** aufweist. Dies ist oftmals der Fall bei den verfügbaren Ressourcen eines Entwicklungsprojektes, der Entwicklungsaufgabe oder bei der Zielsetzung des Projektes. In diesem Fall muss der Prozessautor entscheiden, ob er für den Geltungsbereich des SOLL-Prozess Baukastens nur eine Ausprägung dieses Kontext-Faktoren zulässt, wie z.B. einen bestimmten Typ von Entwicklungsaufgaben, oder ob dieser Kontext-Faktor unterschiedliche Ausprägungen annehmen darf und somit als Grundlage für die kontextspezifische Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen dient.

Der zweite Teil der Methode umfasst die **Identifikation von relevanten Prozesselementen**, die als Prozessmodule für den SOLL-Prozess Baukasten genutzt werden können. Hierbei wird analysiert, welche Prozesselemente bisher in Entwicklungsprozessen mit demselben oder einem ähnlichen Geltungsbereich genutzt wurden. Entsprechend der Charakterisierung des Geltungsbereiches des SOLL-Prozess Baukastens ergeben sich drei Möglichkeiten für die Identifikation von Prozesselementen.

2.a. Der Prozessautor analysiert bereits durchgeführte und dokumentierte **IST-Prozesse** von abgeschlossenen Entwicklungsprojekten innerhalb des zuvor definierten Geltungsbereiches. Hierbei kann es erforderlich sein neben der Projektdokumentation Experteninterviews mit den jeweiligen Projektleitern durchzuführen, um so den durchgeführten IST-Prozess zu explizieren. Der Prozessautor sollte jedoch darauf achten, dass es hierbei Abweichungen zwischen der Projektdokumentation und den Aussagen des Projektleiters geben kann.

2.b. Der Prozessautor identifiziert **Referenzprozesse** innerhalb des Unternehmens, welche bereits innerhalb des definierten Geltungsbereiches existieren und welche in ähnlichen Geltungsbereichen vorhanden sind. Bei Referenzprozessen aus einem ähnlichen Geltungsbereich muss darauf geachtet werden, welche der Prozesselemente als relevant für den zu entwickelnden SOLL-Prozess Baukasten eingestuft

werden. Daher empfiehlt sich ein Abgleich der identifizierten Prozesselemente mit den zuvor identifizierten Prozesselementen aus den IST-Prozessen.

1. Geltungsbereich definieren und Entwicklungskontext charakterisieren

Definition des Bereichs für den der SOLL-Prozess Baukasten gültig sein soll. Der Geltungsbereich kann das gesamte Unternehmen, einzelne Abteilungen oder spezielle Aufgaben umfassen. Für die Charakterisierung des Entwicklungskontextes können Kontext-Faktoren bewertet werden und es ergeben sich zwei Fälle:

a. Kontext-Faktor(en) haben **dieselbe Ausprägung** für alle Elemente im Geltungsbereich.

b. Kontext-Faktor(en) haben **unterschiedliche Ausprägungen** für die Elemente im Geltungsbereich. Diese Kontext-Faktoren können die Kontext-Abhängigkeit (3.c.) bedingen.

2. Relevante Prozesselemente identifizieren

Analyse relevanter Prozessmodelle innerhalb des Geltungsbereiches und Identifikation von Prozesselementen. Je nach Verfügbarkeit der Prozessmodelle gibt es drei Möglichkeiten für die Identifikation der Prozesselemente:

a. Analyse der **IST-Prozesse** von abgeschlossenen Projekten innerhalb des Gültigkeitsbereiches und Identifikation von Prozesselementen.

b. Analyse relevanter **Referenzprozesse**, die **innerhalb** des **Unternehmens** bestehen und Identifikation von Prozesselementen.

c. Analyse relevanter **Meta-Modelle** die **außerhalb** des **Unternehmens** bestehen und Ableitung von Prozesselementen.

3. Abhängigkeiten der Prozesselemente identifizieren

Analyse bestehender Prozesse innerhalb des Geltungsbereiches und Identifikation der Abhängigkeiten der Prozesselemente. Hierbei lassen sich die folgenden drei Arten unterscheiden:

a. Identifikation von **Prozessmustern**, die den logischen Zusammenhang zwischen den Prozesselementen desselben Typs beschreiben.

b. Identifikation der **Zugehörigkeit untergeordneter Prozesselemente**.

c. Identifikation der **Kontext-Abhängigkeit**, die die Relevanz der Prozesselemente in Abhängigkeit spezifischer Kontext-Faktoren (1.b.) beschreibt.

Abbildung 5.5: Methode für die unternehmensspezifische Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen

2.c. Der Prozessautor analysiert relevante **Meta-Modelle**, die außerhalb des Unternehmens vorhanden sind. Diese Meta-Modelle sind oftmals sehr generisch und decken einen breiten Anwendungsbereich ab. Hierzu gehören beispielsweise Richtlinien oder branchenspezifische Entwicklungsprozesse die als Stand der Technik oder Forschung eingeordnet werden können. Entsprechend des Anwendungsfalls kann der Prozessautor ein Meta-Modell als Grundlage für den SOLL-Prozess Baukasten auswählen der mehrere.

Bei einer ausführlichen Untersuchung der unterschiedlichen Prozessmodelle ergibt sich eine umfangreiche Sammlung an Prozesselementen. Nun ist es erforderlich die Überschneidungen der Prozesselemente zu identifizieren, zusammenzuführen und einheitlich zu dokumentieren. Für die Terminologie empfiehlt es sich, dass der Prozessautor eng mit den betroffenen Projektleitern zusammenarbeitet, so dass die spätere Prozessbeschreibung verständlich und somit anwendbar ist. Hierbei kann es hilfreich sein auf ein bereits bekanntes Meta-Modell als Rahmenwerk zurückzugreifen. Nach der Bereinigung der Prozesselemente ist es erforderlich, dass der Prozessautor sogenannte Prozessmodule für den SOLL-Prozess Baukasten definiert. Diese Prozessmodule sind Prozesselemente, die relevant für den SOLL-Prozess Baukasten sind. Beispielsweise sind Prozesselemente, die lediglich in einem der analysierten IST-Prozesse vorkommen als Ausnahme einzuordnen und fungieren somit nicht als Prozessmodul. Nach der Definition der Prozessmodule kann der Prozessautor sogenannte Muss-Prozessmodule festlegen, welche verpflichtend für jedes Entwicklungsprojekt innerhalb des Geltungsbereiches sind. Für die Festlegung der Muss-Prozessmodule dienen gesetzliche Vorgaben, Zertifizierungen, sowie das Qualitäts- und Risikomanagement innerhalb des Unternehmens. Die restlichen Prozessmodule sind optional für die Entwicklungsprojekte und können je nach Charakterisierung des Entwicklungsprojektes als relevant eingestuft werden.

Im dritten Teil der Methode werden die **Abhängigkeiten der Prozesselemente** identifiziert. Diese Abhängigkeiten sind essentiell für die spätere Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens, da sie für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen notwendig sind. Wie bereits in Abschnitt 5.1.3 beschrieben, gibt es drei Arten von Abhängigkeiten: Prozessmuster, Zugehörigkeit untergeordneter Prozesselemente und die Kontextabhängigkeit.

3.a. Für die **Identifikation von Prozessmustern** gibt es mehrere Vorgehensweisen. Zunächst lassen sich Prozessmuster in Muss-Vorgänger, parallele Prozesselemente, Iterationen und Gewohnheiten unterteilen, welche je eine andere Vorgehensweise erfordern. Um sogenannte Muss-Vorgänger zu identifizieren ist es ausreichend den Input und den Output der einzelnen Prozesselemente zu untersuchen. Hierdurch kann identifiziert werden, welche Prozesselemente als Vorgänger

eines Prozesselementes durchgeführt bzw. abgeschlossen werden müssen. Um jedoch die Prozessmuster Iterationen, Gewohnheiten oder parallele Prozesselemente identifizieren zu können, ist eine ausführliche Analyse von digital explizierten IST-Prozessen erforderlich. Zunächst müssen die Prozesselemente des jeweils untersuchten IST-Prozesses den zuvor definierten Prozesselementen zugeordnet werden. Anschließend muss für jedes Prozesselement des IST-Prozesses ein bereinigter Zeitpunkt dokumentiert sein, zu dem das Prozesselement abgeschlossen wurde. Hierbei empfiehlt sich die Aufrundung auf ganze Tage, Kalenderwochen oder sogar Monate, je nach Datenqualität und Projektdauer. Im ersten Schritt können die aufbereiteten Daten genutzt werden, um zu berechnen, wie häufig ein jeweiliges Prozesselement pro Projekt durchgeführt wurde. Tritt der Fall ein, dass Prozesselemente mehrmals in einem IST-Prozess durchgeführt wurden, muss überprüft werden, ob dies ebenfalls in anderen IST-Prozessen der Fall ist oder ob es sich um eine Ausnahme handelt. Insofern in mehreren IST-Prozessen das Prozesselement wiederholt durchgeführt wurde, handelt es sich um eine Iteration, die als Prozessmuster Teil des SOLL-Prozess Baukastens ist. In diesem Fall ist es notwendig die aufgetretene Iterationsart entsprechend der Aufstellung in Abschnitt 2.4 zu identifizieren und den Auslöser für diese Iteration in den IST-Prozessen zu erheben. Um nun weitere Prozessmuster zu erheben müssen die unterschiedlichen Prozesselementtypen, die in den IST-Prozessen auftraten, sortenrein in einer Matrix entlang beider Dimensionen aufgetragen werden. Somit erhält man für jeden Prozesselementtyp eine leere Matrix mit den bereinigten und durchgeführten Prozesselementen der IST-Prozesse. In dieser Matrix wird nun erfasst, welche Prozesselemente wie häufig vor anderen Prozesselementen abgeschlossen wurden. Demnach wird in ein jeweiliges Matrixfeld eingetragen, in wie vielen der IST-Prozesse das Prozesselement A (Zeile) vor Prozesselement B (Spalte) abgeschlossen wurde. Da basierend auf dieser Matrix keine Aussage über die relative Häufigkeit gemacht werden kann, muss eine zweite Matrix mit derselben Struktur erstellt werden. In dieser zweiten Matrix wird erfasst, in wie vielen der IST-Prozesse Prozesselement A und Prozesselement B durchgeführt wurden. Setzt man nun die Werte aus der ersten Matrix mit den Werten der zweiten Matrix in ein Verhältnis zueinander, erhält man eine prozentuale Angabe, welche die relative Häufigkeit beschreibt. Diese Angaben dienen als Prozessmuster, um nun Gewohnheiten, parallele Prozesselemente oder zusätzliche Muss-Vorgänger zu identifizieren.

3.b. Für die **Identifikation der Zugehörigkeit untergeordneter Prozesselemente** muss der Prozessautor zunächst quantifizieren, in welchem Verhältnis die jeweiligen Prozesselementtypen zueinanderstehen. Beispielsweise kann zwischen zwei Prozesselementtypen eine 1-zu-1-Zugehörigkeit, z.B. zwischen Meilensteinen und Phasen, oder eine n-zu-m-Zugehörigkeit, z.B. zwischen Sub-Aktivitäten und Metho-

den, existieren. Dieses Verhältnis gilt es für die im SOLL-Prozess Baukasten enthaltenen Prozesselementtypen zu definieren. Nachfolgend kann der Input und Output der jeweiligen Prozesselemente abgeglichen werden oder Daten aus den im zweiten Teil der Methode untersuchten Prozessmodellen genutzt werden oder Expertenworkshops durchgeführt werden, um die Zugehörigkeit der untergeordneten Prozesselemente zu quantifizieren.

3.c. Die **Identifikation der Kontextabhängigkeit** ist vor allem für SOLL-Prozess Baukästen mit einem breiten Geltungsbereich von großer Bedeutung. Zunächst ist es erforderlich den Entwicklungskontext der im zweiten Teil der Methode untersuchten Prozessmodelle so detailliert wie möglich zu charakterisieren. Anschließend können Kontext-Faktoren identifiziert werden, die für die untersuchten Prozessmodelle eine andere Ausprägung aufweisen. Um nun die Kontextabhängigkeit der einzelnen Prozesselemente bewerten zu können, kann eine Korrelationsanalyse zwischen den Ausprägungen der Kontext-Faktoren und den Prozesselementen der jeweiligen Prozessmodelle durchgeführt werden. Um hierbei belastbare Aussagen machen zu können, ist eine umfangreiche Datengrundlage mit einer sehr guten Datenqualität erforderlich. Hierdurch ist es sehr schwer alle Abhängigkeiten vollständig zu quantifizieren. Daher ist es notwendig die Belastbarkeit der Kontextabhängigkeit zu bewerten, so dass der Projektleiter diese Information bei der Nutzung des kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlages nutzen kann.

Je nach Zielsetzung, Anwendungsbereich und gewünschtem Zielzustand des SOLL-Prozess Baukastens, kann die Durchführung der beschriebenen Methode sehr umfangreich und iterativ sein oder einzelne Schritte der Methode können weggelassen oder adaptiert werden.

5.2.3 Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen

Basierend auf dem zuvor entwickelten SOLL-Prozess Baukasten wird in diesem Abschnitt eine Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen präsentiert³⁴. Abbildung 5.6 gibt einen Überblick über die Zusammenhänge der zugrundeliegenden Prozessmodelle. Ausgangspunkt ist der entwickelte SOLL-Prozess Baukasten mitsamt seinen Prozessmodulen und den Informationen über die Abhängigkeiten der Prozessmodule für den jeweiligen Geltungsbereich. Zunächst werden basierend auf dem charakterisierten Entwicklungskontext des jeweiligen Entwicklungsprojektes die relevanten Prozessmodule instanziiert. Grundlage für die Instanziierung ist die Kontextabhängigkeit und die Zugehörigkeit untergeordneter Prozessmodule. Anschließend werden die instanziierten Prozessmodule basierend auf den Prozessmustern konfiguriert und ein kontextspezifischer SOLL-Prozess Vorschlag wird generiert. Dieser kontextspezifische SOLL-Prozess Vorschlag dient nun als Ausgangssituation für den Projektleiter / das Projektteam, um einen initialen SOLL-Prozess zu erstellen. Hierfür kann der Projektleiter Prozessmodule des SOLL-Prozess Vorschlages entsprechend der Freiheitsgrade entfernen, adaptieren oder neu anordnen. Zudem kann der Projektleiter dem initialen SOLL-Prozess Prozesselemente hinzufügen, die bislang nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens sind. Dieser initiale SOLL-Prozess wird nun vom Projektteam durchgeführt und kann währenddessen entsprechend der vorherrschenden Entwicklungssituation zum Zeitpunkt t_x adaptiert werden. Hierbei kann der Projektleiter Prozesselemente des SOLL-Prozesses entsprechend der Freiheitsgrade entfernen, adaptieren, neu anordnen oder hinzufügen. Zudem wird der durchgeführte IST-Prozess während der Projektdurchführung dokumentiert. Der dokumentierte IST-Prozess dient als Datengrundlage für die Weiterentwicklung und das Lernen des SOLL-Prozess Baukastens.

³⁴ Die in Abschnitt 5.2.3 dargestellten Untersuchungen sind in der Publikation Albers *et al.* (2021), veröffentlicht worden.

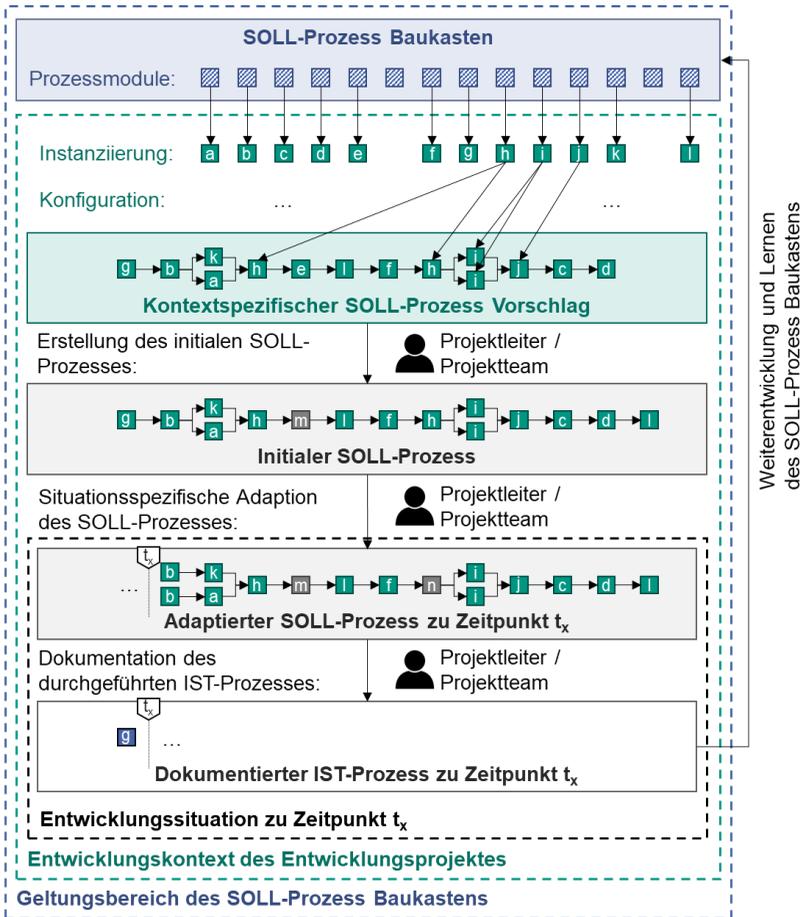


Abbildung 5.6: Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und die Erstellung und Adaption eines SOLL-Prozesses

Für die Nutzung des SOLL-Prozess Baukastens in Entwicklungsprojekten wurde die in Abbildung 5.7 dargestellte Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption des SOLL-Prozesses entwickelt. Diese Methode untergliedert sich in fünf Schritte und stellt den Ablauf aus Sicht des Projektleiters / des Projektteams dar. Zudem werden die Mechanismen im Hintergrund der Methode dargelegt und erläutert. Je nach Komplexität und Umfang des jeweiligen Entwicklungsprojektes kann es erforderlich sein die Methode iterativ oder über einen längeren Zeitraum hinweg durchzuführen.

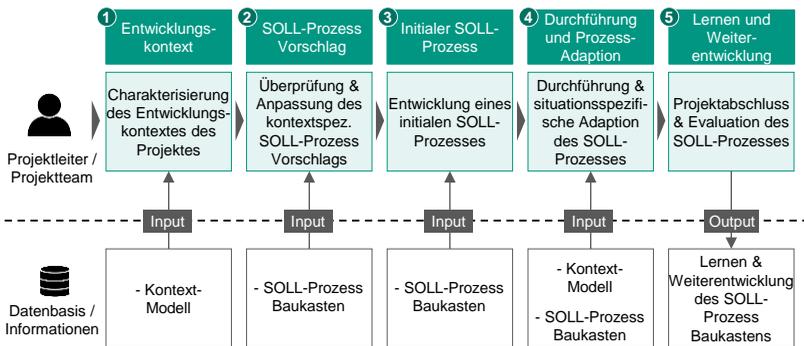


Abbildung 5.7: Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und die Erstellung und Adaption des SOLL-Prozesses

Der obere Abschnitt von Abbildung 5.7 zeigt die fünf übergeordneten Schritte, die von dem Projektleiter / dem Projektteam durchgeführt werden. Der untere Abschnitt bildet die notwendige Datenbasis / Informationen ab, welche als Input für den jeweiligen Schritt benötigt werden. Im ersten Schritt charakterisiert der Projektleiter den Entwicklungskontext des Entwicklungsprojektes mit Hilfe eines Kontext-Modells, das die relevanten Kontext-Faktoren umfasst. Im zweiten Schritt werden mit Hilfe der Kontextabhängigkeit und der Zugehörigkeit der untergeordneten Prozessmodule die relevanten Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens instanziiert. In diesem Schritt kann der Projektleiter bei Bedarf die instanziierten Prozessmodule überprüfen und anpassen. Diese instanziierten Prozessmodule werden nun basierend auf den Prozessmustern konfiguriert und ein kontextspezifischer SOLL-Prozess Vorschlag wird dem Projektleiter zur Verfügung gestellt. Dieser SOLL-Prozess Vorschlag dient dem Projektleiter als Grundlage für die Erstellung des initialen

SOLL-Prozesses. Hierbei kann der Projektleiter Prozessmodule des SOLL-Prozess Vorschlags entsprechend der Freiheitsgrade entfernen, anpassen, neu anordnen oder Prozesselemente hinzufügen. Im vierten Schritt beginnt der Projektleiter mitsamt dem Projektteam die Durchführung des Entwicklungsprojektes. Entsprechend der dynamischen Entwicklungssituation ist es möglich, dass der SOLL-Prozess während der Projektdurchführung adaptiert werden muss. Zudem wird während der Projektdurchführung der IST-Prozess dokumentiert. Der fünfte Schritt der Methode umfasst den Abschluss des Entwicklungsprojektes und die Bewertung des SOLL-Prozesses. Basierend auf dieser Bewertung und dem dokumentierten IST-Prozess kann der SOLL-Prozess Baukasten weiterentwickelt werden und es können Lessons Learned formuliert werden.

Schritt 1: Bei der **Charakterisierung des Entwicklungskontextes** des Entwicklungsprojektes werden die jeweils relevanten Kontext-Faktoren durch den Projektleiter charakterisiert. Das Kontext-Modell umfasst Kontext-Faktoren die einen Einfluss auf die Gestaltung des SOLL-Prozess Vorschlags haben. In Abbildung 5.8 wird ein Auszug von Kontext-Faktoren dargestellt und den fünf Kategorien Unternehmensumfeld, Unternehmen, Abteilung, Entwicklungsprojekt und Projektfortschritt zugeordnet. Je nach Geltungsbereich des eingesetzten SOLL-Prozess Baukastens muss der Projektleiter eher mehr oder weniger Kontext-Faktoren berücksichtigen. Durch eine Situationsanalyse ist es möglich, dass der Projektleiter gemeinsam mit dem Projektteam die zutreffenden Ausprägungen der Kontext-Faktoren auswählt. Hierfür umfasst das Kontext-Modell ebenfalls mögliche Ausprägungen der Kontext-Faktoren. Diese Ausprägungen sind durch die Kontextabhängigkeit innerhalb des SOLL-Prozess Baukastens mit den Prozessmodulen verknüpft. Für eine einfachere Bewertung der Kontext-Faktoren umfasst das Kontext-Modell für jeden der Kontext-Faktoren eine Frage, die der Projektleiter beantworten muss. Für die Beantwortung der Frage kann er zwischen drei bis fünf Antwortmöglichkeiten wählen. Da das Kontext-Modell ebenfalls Kontext-Faktoren zur Beschreibung des Projektfortschrittes umfasst, ist es erforderlich diese Kontext-Faktoren regelmäßig entsprechend der jeweiligen Entwicklungssituation t_x erneut zu bewerten. Hierdurch kann die situationsspezifische Adaption des SOLL-Prozesses realisiert werden.

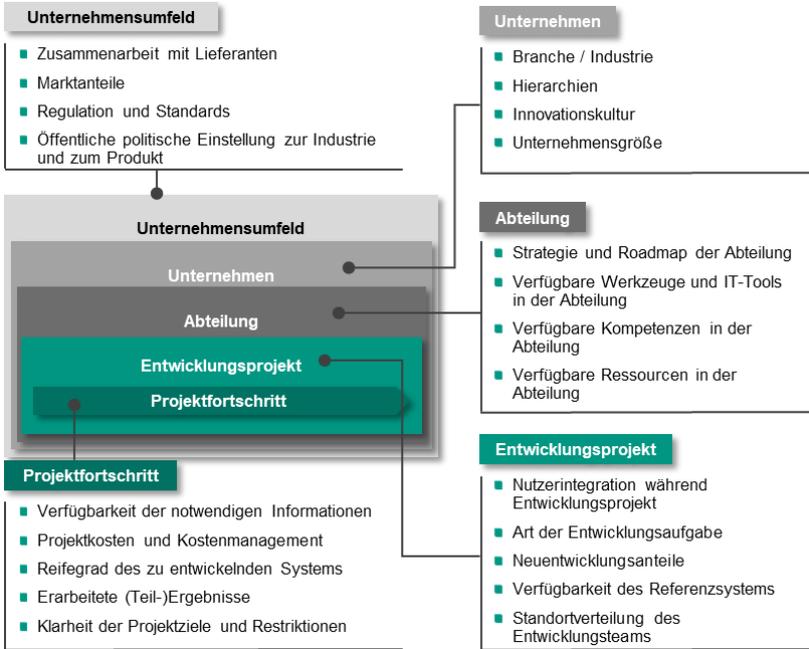


Abbildung 5.8: Kontext-Modell und Auszug möglicher Kontext-Faktoren in Anlehnung an GERICKE et al. (2013)

Schritt 2: Für die Erstellung des **kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlags** werden die Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens entsprechend des zuvor charakterisierten Entwicklungskontextes instanziiert und konfiguriert. Für die Instanzierung der Prozessmodule wird überprüft, welche der Prozessmodule für den charakterisierten Entwicklungskontext relevant sind. Nun wird geprüft, ob diese Prozessmodule variable sind. Das heißt, ob sie nur auf eine Art und Weise angewendet werden können oder ob ihre Durchführung in Abhängigkeit von Kontext-Faktoren variiert werden kann. Ein Beispiel hierfür ist, dass die Kreativitätsmethode Brainstorming mit einer unterschiedlichen Teilnehmerzahl durchgeführt werden kann. In diesem Fall ist es notwendig die Methode Brainstorming so zu instanzieren, dass sie mit der verfügbaren Teilnehmerzahl durchgeführt werden kann. Nach der Instanzierung hat der Projektleiter die Möglichkeit die Prozessmodule zu überprüfen und kann optionale Prozessmodule entfernen, anpassen oder hinzufügen.

Basierend auf diesen Prozessmodulen wird nun die Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags durchgeführt. Diese Konfiguration basiert auf den Prozessmustern, die innerhalb des SOLL-Prozess Baukastens definiert wurden. In Tabelle 5.1 wird ein Auszug von Prozessmustern der Sub-Aktivitäten für die Entwicklung von Produktprofilen dargestellt. Diese Prozessmuster basieren auf der Analyse von sieben explizierten IST-Prozessen des Live-Labs IP – Integrierte Produktentwicklung (Wilmsen *et al.*, 2019b). Die Werte in den Matrixfeldern geben an, in wie vielen der Fälle eine jeweilige Sub-Aktivität (Zeile) vor einer anderen Sub-Aktivität (Spalte) abgeschlossen wurde. Beispielsweise wurde die Sub-Aktivität SA1 (Zeile) in 33% der Fälle vor der Sub-Aktivität SA2 (Spalte) abgeschlossen. Im Gegensatz dazu wurde in 17% der analysierten IST-Prozesse die Sub-Aktivität SA2 (Zeile) vor der Sub-Aktivität SA1 (Spalte) abgeschlossen. Ergänzend dazu wurden in 50% der IST-Prozesse die beiden Sub-Aktivitäten am selben Tag abgeschlossen. Aus dieser Information ergibt sich, dass es sich bei dieser Verknüpfung nicht um ein restriktives Prozessmuster, wie beispielsweise Muss-Vorgänger handelt. Daher sollten alle Verknüpfungen mit einer Prozentangabe kleiner 50% als parallele Sub-Aktivitäten durchgeführt werden können. Diese Entscheidung obliegt jedoch dem jeweiligen Prozessautor des SOLL-Prozess Baukastens. Aus Tabelle 5.1 können zudem Implikationen für restriktive Verknüpfungen der Sub-Aktivitäten identifiziert werden. Beispielsweise wird in 100% der analysierten IST-Prozesse die Sub-Aktivität SA11 (Zeile) vor der Sub-Aktivität SA14 (Spalte) abgeschlossen. Nach einer Überprüfung des Inputs und des Outputs der beiden Sub-Aktivitäten ergibt sich, dass der Output von SA11 Teil des Inputs für SA14 ist. Dementsprechend ist SA11 Muss-Vorgänger von SA14 und es handelt sich somit um eine restriktive Verknüpfung dieser beiden Sub-Aktivitäten.

Tabelle 5.1: Auszug von Prozessmustern der Sub-Aktivitäten zur Entwicklung von Produktprofilen (Wilmsen *et al.*, 2019b)

ID	Sub-Aktivitäten (SA)	SA1	SA2	SA3	...	SA11	SA12	SA13	SA14	SAn
SA1	Kunden-/Anwendergruppen analysieren	/	0,33	0,17		0,33	0,60	0,80	0,67	
SA2	Zukunftsszenarien analysieren	0,17	/	0,14		0,29	0,33	0,50	0,43	
SA3	System in Development analysieren	0,33	0,29	/		0,29	0,50	0,50	0,43	
SA4	Anbieter analysieren	0,40	0,60	0,60		0,40	0,75	0,80	0,80	
SA5	Relevanten Patente analysieren	0	0	0		0	0	0,20	0,20	
SA6	Referenzsysteme analysieren	0,17	0,33	0,17		0	0,40	0,60	0,50	
SA7	Kunden-/Anwendernutzen ableiten	0	0	0		0	0	0,25	0,25	
SA8	Anbieternutzen ableiten	0,25	0	0,20		0,20	0,20	0,40	0,40	
SA9	Nutzungsanforderungen ableiten	0	0	0		0	0	0,25	0,25	
SA10	Use Cases identifizieren	0	0	0		0	0	0,17	0,14	
SA11	Kreativitätsbasiert Produktprofile generieren	0,67	0,71	0,57		/	1,00	1,00	1,00	
SA12	Recherchebasiert Produktprofile generieren	0	0	0		0	/	0,20	0,33	
SA13	Bewertungsmethode & -kriterien festlegen	0	0	0		0	0	/	0	
SA14	Bewertung der Produktprofile durchführen	0	0	0		0	0	0,17	/	
SAn	...									

Basierend auf diesen Prozessmustern ist es möglich die zuvor ausgewählten Prozessmodule zu konfigurieren, um so einen kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlag zu erhalten. Für die Konfiguration wurde die in Gl. 5.1 dargestellte Kostenfunktion K aufgestellt. Durch die Kostenfunktion wird ein Wert berechnet, der angibt wie gut oder schlecht die Reihenfolge der Prozessmodule geeignet ist. Um die bestmögliche Reihenfolge der Prozessmodule zu erhalten muss die Kostenfunktion K minimiert werden. Die Datengrundlage für die Berechnung der Kostenfunktion K ist in Tabelle 5.2 dargestellt. In der Matrix werden die n relevanten Prozessmodule in

einer geordneten Reihenfolge, wie in der ersten Spalte angedeutet, aufgetragen. Die Werte in den Feldern der Matrix ergeben sich aus den Prozessmustern, wie beispielsweise in Tabelle 5.1 dargestellt. Um die beste Reihenfolge der Prozessmodule zu identifizieren wurde der in Tabelle 5.3 dargestellte Konfigurations-Algorithmus zur Minimierung der Kostenfunktion K entwickelt.

Kostenfunktion K für die Konfiguration von n Prozessmodulen

$$K = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n x_{i,j}}{(n-1)!} \quad \text{Gl. 5.1}$$

n = Anzahl der relevanten Prozessmodule des jeweiligen Prozessmodultyps, z.B. Sub-Aktivitäten

$x_{i,j}$ = Variable, die angibt, wie häufig das Prozessmodul i vor dem Prozessmodul j abgeschlossen wurde

Tabelle 5.2: Matrix für die Berechnung der Kostenfunktion K

Reihenfolge	Prozessmodul (PM)	PM 1	PM 2	...	PM n-1	PM n
1	PM 1	$x_{1,1} = 0$	$x_{1,2}$	...	$x_{1,n-1}$	$x_{1,n}$
2	PM 2	$x_{2,1} = 0$	$x_{2,2} = 0$	...	$x_{2,n-1}$	$x_{2,n}$
...
n-1	PM n-1	$x_{n-1,1} = 0$	$x_{n-1,2} = 0$	...	$x_{n-1,n-1} = 0$	$x_{n-1,n}$
n	PM n	$x_{n,1} = 0$	$x_{n,2} = 0$	...	$x_{n,n-1} = 0$	$x_{n,n} = 0$

Der Konfigurations-Algorithmus beginnt mit $n = 2$ Prozessmodulen (PM) und berechnet die Kostenfunktion K für die zwei möglichen Reihenfolgen der Prozessmodule. Für dieses einfache Beispiel ergeben sich die zwei möglichen Reihenfolgen: PM1 vor PM2 mit $K_{1,2} = 1 - x_{1,2}$ und PM2 vor PM1 mit $K_{2,1} = 1 - x_{2,1}$. Für die Veranschaulichung werden für PM1 und PM2 die Sub-Aktivitäten SA1 und SA2 aus Tabelle 5.1 gewählt. Hierfür ergibt sich für $K_{1,2} = 1 - 0,33$ und für $K_{2,1} = 1 - 0,17$. Für dieses Beispiel würde der Konfigurations-Algorithmus die Sub-Aktivität SA1 als Vorgänger von SA2 konfigurieren. Die berechnete Reihenfolge dieser zwei betrachteten Prozessmodule wird nun für die weiteren Schritte des Algorithmus als festgesetzt betrachtet. Das bedeutet, dass in jedem weiteren Optimierungsschritt des Algorithmus immer SA1 vor SA2 angeordnet sein wird, wobei es möglich ist, dass weitere Prozessmodule zwischen SA1 und SA2 eingeordnet werden. Im nächsten Schritt wird berechnet, an welcher Stelle der bestehenden Reihenfolge das dritte

Prozessmodul PM3 am besten platziert werden sollte. Hierfür wird K für die drei möglichen Positionen von PM3 berechnet. Der Algorithmus vergleicht die drei berechneten Werte für K und wählt die Reihenfolge der drei Prozessmodule aus, bei der K am kleinsten ist. Diese Reihenfolge wird nun wiederum für die weiteren Schritte als festgesetzt betrachtet und der nächste Optimierungsschritt mit $n = 4$ wird durchgeführt. Diese Vorgehensweise wird so lange wiederholt, bis alle n Prozessmodule in eine Reihenfolge gebracht wurden und somit die Kostenfunktion K erfolgreich minimiert wurde.

Tabelle 5.3: Pseudo-Code des Konfigurations-Algorithmus für die Minimierung der Kostenfunktion K

```
Declare variable n - number of process modules (PM)
Declare variable K - cost value for sequence of PM
Declare variable l, m - loop variables
For l = 2 To n
  For m = 1 To l
    Position of process module = m
    Calculate cost value K for this sequence
  Next m
  Select best position regarding cost function
Next l
```

Nach der erfolgreichen Konfiguration der instanziierten Prozessmodule liegt nun ein kontextspezifischer SOLL-Prozess Vorschlag vor. Dieser SOLL-Prozess Vorschlag dient dem Projektleiter als Grundlage für die Erstellung seines projektspezifischen SOLL-Prozesses.

Schritt 3: Für die **Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses** dient der zuvor instanziierte und konfigurierte kontextspezifische SOLL-Prozess Vorschlag dem Projektleiter als Grundlage. Zunächst sollte der Projektleiter den SOLL-Prozess Vorschlag als Vorlage für den initialen SOLL-Prozess nutzen und in ein entsprechendes Projektmanagementtool übertragen, insofern dies nicht automatisiert möglich ist.

Der Projektleiter kann nun zusätzliche Prozesselemente, die nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens sind dem initialen SOLL-Prozess hinzufügen. Zudem kann er die Reihenfolge der Prozessmodule bzw. Prozesselemente verändern und beispielsweise zusätzliche Iterationen einplanen. Je nach Datengrundlage umfasst der SOLL-Prozess Vorschlag bereits Angaben zu Ressourcen für die Durchführung der Prozessmodule. Diese Ressourcen sollten ebenfalls vom Projektleiter geprüft und an die Rahmenbedingungen des Entwicklungsprojektes angepasst werden. Je nach Projektlaufzeit kann der Projektleiter einen Planungshorizont für die Detailplanung seines Entwicklungsprojektes auswählen. So ist es bei einem Projekt mit einer Laufzeit von drei Jahren nur schwer möglich eine realistische Projektplanung über die gesamte Laufzeit hinweg zu Beginn des Projektes auszustellen. Hierfür kann der Projektleiter übergeordnete Prozessmodule wie beispielsweise Ziele, Meilensteine, Phasen oder Deliverables für die gesamte Projektlaufzeit ausplanen. Die untergeordneten Prozessmodule wie beispielsweise Aktivitäten, Sub-Aktivitäten, Methoden oder Sub-Aufgaben kann er wiederum als Teil der Detailplanung lediglich für einen kürzeren Zeithorizont ausplanen. Für diese Prozessmodule empfiehlt sich eine Detailplanung bis zum nächsten Sprintwechsel bei agil organisierten Projekten, bis zum nächsten Meilenstein oder für das nächste Quartal bzw. für die nächsten drei Monate. Insofern der Projektleiter zufrieden mit dem initialen SOLL-Prozess ist, kann er mit der Projektdurchführung beginnen.

Schritt 4: Bei der **Durchführung des Entwicklungsprojektes** kann es zu unvorhergesehenen Ereignissen kommen, wodurch eine **situationsspezifische Adaption des SOLL-Prozesses** erforderlich wird. Während der Projektdurchführung sollte der Projektleiter den Projektfortschritt dokumentieren. Dies umfasst beispielsweise die jeweiligen Projektziele und Anforderungen als Teil des Zielsystems, sowie die bereits entwickelten (Teil-)Ergebnisse als Bestandteil des Objektsystems und den Status des Projektplans, sowie die verfügbaren Ressourcen als Teil des Handlungssystems (Ropohl, 2009). Diese Aspekte sind Teil der Entwicklungssituation und können mit Hilfe der in Schritt 1 (Abbildung 5.8) vorgestellten Kontext-Faktoren quantifiziert werden. Hierfür können insbesondere die Kategorien Abteilung, Entwicklungsprojekt und Projektfortschritt relevant sein, da sie sich häufiger ändern. Durch die regelmäßige Bewertung derselben Kontext-Faktoren können Veränderungen des Entwicklungskontextes identifiziert werden. Bei einer Veränderung der Ausprägung eines Kontext-Faktors ist es notwendig dessen Auswirkungen auf den SOLL-Prozess zu analysieren. Tritt der Fall ein, dass die Veränderung des Kontext-Faktors den SOLL-Prozess beeinträchtigt, ist es erforderlich den SOLL-Prozess für die verbleibende Projektlaufzeit zu adaptieren. In Abbildung 5.9 sind beispielhaft fünf Kontext-Faktoren dargestellt, die für die Entwicklungssituationen t_0 und t_1 bewertet wurden. Der Wert des ersten Kontext-Faktors „Verfügbarkeit notwendiger Informationen“ hat sich verändert. Die Veränderung dieses Kontext-Faktors entspricht

jedoch der Planung, wodurch keine Adaption des SOLL-Prozesses erforderlich ist. Im Gegensatz dazu entspricht die Veränderung des dritten Kontext-Faktors „Reifegrad des Produktes“ nicht der Planung, wodurch eine Adaption des SOLL-Prozesses erforderlich wird. Eine mögliche Reaktion auf die Veränderung dieses Kontext-Faktors ist das Hinzufügen einer Sub-Aktivität. Beispielsweise kann eine Sub-Aktivität zur Anpassung des Reifegrades der Produktprofile dem SOLL-Prozess hinzugefügt werden, um so auf die vorherrschende Entwicklungssituation t_1 zu reagieren.

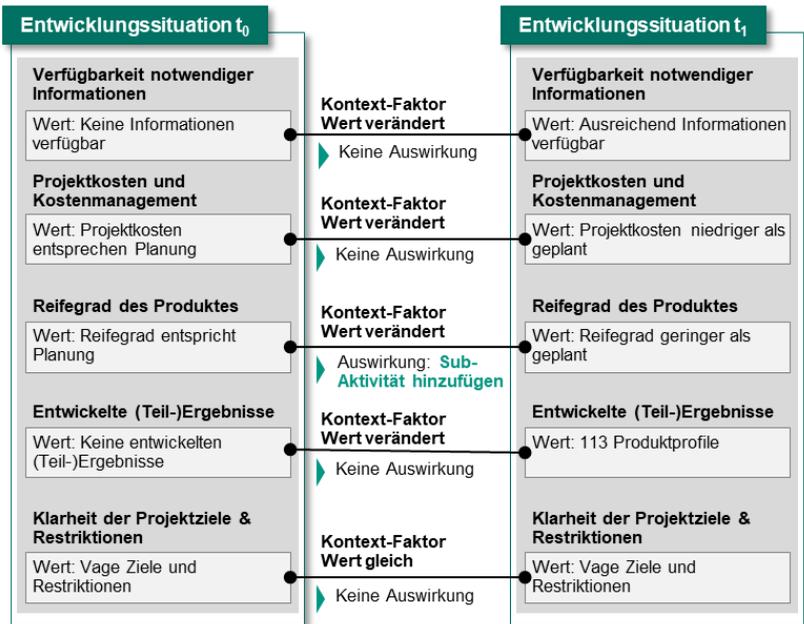


Abbildung 5.9: Beispiel für Bewertung von Kontext-Faktoren in den Entwicklungssituationen t_0 und t_1 , sowie Auswirkungen auf den SOLL-Prozess

Ein weiterer Grund für die situationspezifische Adaption des SOLL-Prozesses können größere Abweichungen zwischen dem IST- und dem SOLL-Prozess sein, welche zu einer Verfehlung der definierten Projektziele führen würden. In diesem Fall ist es erforderlich eine saubere Situationsanalyse und Problemeingrenzung durch-

zuführen, um eine geeignete Maßnahme zu identifizieren. Als Maßnahme kann beispielsweise das Handlungssystem, z.B. Ressourcen oder Projektlaufzeit, oder das Zielsystem des Entwicklungsprojektes adaptiert werden. Mit Hilfe einer Tragweitenanalyse sollte überprüft werden, welche der Maßnahmen die gewünschte Wirkung erzielen und das geringste Risiko bergen. Entsprechend der Entscheidung für eine der Maßnahmen ergeben sich größere Veränderungen für die Projektplanung. Dementsprechend sollte die beschriebene Methode erneut durchgeführt werden, um einen SOLL-Prozess Vorschlag zu konfigurieren, der zu den geänderten Rahmenbedingungen passt.

Schritt 5: Zum **Projektabschluss** ist es erforderlich den SOLL-Prozess und den Projektverlauf zu bewerten, um so Lessons Learned und Best Practices für die **Weiterentwicklung des SOLL-Prozess Baukastens** zu identifizieren. Wie bereits beschrieben besteht der SOLL-Prozess Baukasten aus einer Datenbank bestehend aus Prozessmodulen und Abhängigkeiten der Prozessmodule. Um die Instanziierung und Konfiguration von kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschläge zu verbessern, ist es erforderlich die Datenbank kontinuierlich weiterzuentwickeln. Hierbei kann der dokumentierte IST-Prozess genutzt werden, um neue Prozesselemente zu identifizieren und bei ausreichender Relevanz als Prozessmodule dem SOLL-Prozess Baukasten hinzuzufügen. Zusätzlich kann die Charakterisierung des Entwicklungskontextes genutzt werden, um weitere Informationen zur Kontextabhängigkeit der im IST-Prozess durchgeführten Prozessmodule zu erheben. Mit Hilfe der durchgeführten Reihenfolge der Prozessmodule innerhalb des IST-Prozesses ist es zudem möglich die Qualität der Prozessmuster zu erhöhen. Außerdem soll der Projektleiter Feedback zum kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlag, sowie der situationsspezifischen Adaption des SOLL-Prozesses geben können. Hierdurch kann die Eignung des SOLL-Prozess Vorschlags für das jeweilige Entwicklungsprojekt bewertet werden.

Die vorgestellte Methode kann in Abhängigkeit des jeweiligen Anwendungsfalls stark automatisiert oder manuell durchgeführt werden. Dies ist abhängig von der verfügbaren Datengrundlage und sollte vom Prozessautor bei der Entwicklung des SOLL-Prozess Baukastens berücksichtigt werden. Zudem macht es Sinn, dass der Projektleiter bei der Anwendung der Methode von einem entsprechenden Prozessexperten begleitet wird. Hierdurch kann die Akzeptanz des Ansatzes verbessert werden und die korrekte Durchführung der Methode sichergestellt werden.

6 Evaluation des entwickelten Ansatzes

In diesem Kapitel wird der Ansatz zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen für die Instanzierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen evaluiert³⁵. Als Grundlage hierfür dient der in Kapitel 5 vorgestellte Ansatz. Entsprechend den Forschungsfragen in Abschnitt 3.1.4, wird in diesem Kapitel die dritte Forschungsfrage beantwortet.

3. Inwieweit wird durch diesen Ansatz die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, gefördert?

Diese Forschungsfrage wird durch eine deskriptive Studie beantwortet. Hierfür werden die in Abbildung 6.1 dargestellten Studien durchgeführt. In Abhängigkeit von der jeweiligen Validierungsumgebung, werden die passenden Methoden des Vorgehensmodells im Zuge von deskriptiven Studien realisiert und evaluiert. Zunächst wurde eine Live-Lab Studie am IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie durchgeführt. Diese Studie diente vor allem der Evaluation der Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens und dessen Nutzung für die Erstellung initialer SOLL-Prozesse. Im Zuge einer Fallstudie bei der AUDI AG wurde das komplette Vorgehensmodell für die Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen durchgeführt und evaluiert. Abschließend wurde in einer Fallstudie bei einem anderen deutschen Premium-Automobilhersteller außerhalb des VW Konzerns die Methode für die kontextspezifische Adaption des SOLL-Prozesses angewendet und evaluiert. Abschließend wurden Experteninterviews mit Prozessautoren innerhalb des VW Konzerns durchgeführt, um den Ansatz gesamtlich zu evaluieren.

³⁵ Die in Kapitel 6 dargestellten Untersuchungen sind in den Publikationen Wilmsen *et al.* (2020), Wilmsen *et al.* (2019b), Wilmsen *et al.* (2019d), Wilmsen *et al.* (2019c), Albers *et al.* (2021), veröffentlicht worden.

	 Live-Lab Studie	 Fallstudie	 Fallstudie	Fallstudie
S Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse	Anforderungen an den Entwicklungsprozess waren bereits bekannt	 Evaluiert Anwendungsstudie	Problem-situation war bereits bekannt	 Evaluiert Experten-interviews
A L T Methode für die unternehmensspezifische Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen	 Evaluiert Anwendungsstudie	 Evaluiert Anwendungsstudie	Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens war nicht möglich wegen fehlendem Wissen über das Referenzsystem und -prozesse	 
E N Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen	 Evaluiert Anwendungsstudie	 Evaluiert Anwendungsstudie	 Evaluiert Anwendungsstudie	
	Kapitel 6.1	Kapitel 6.2	Kapitel 6.3	Kapitel 6.4

Abbildung 6.1: Durchgeführte Studien³⁶ zur Evaluation des entwickelten Ansatzes

³⁶ Jede hier aufgeführte Studie umfasst meist mehrere kleinere Studien mit unterschiedlicher Stichprobengröße. Diese Studien werden entsprechend in den Abschnitten 6.1.1, 6.2.1, 6.3.1 und 6.4.1 näher erläutert.

6.1 Evaluation des entwickelten Ansatzes im Live-Lab IP - Integrierte Produktentwicklung

Für eine erste Evaluation des Ansatzes wurden mehrere Live-Lab Studien durchgeführt. Hierfür wurde insbesondere das Live-Lab IP – Integrierte Produktentwicklung am IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) genutzt. Die Validierungsumgebung des Live-Labs ist in Abschnitt 3.2.3 näher beschrieben. Diese Live-Lab Studien dienen als erste Anwendung des entwickelten Vorgehensmodells und eines SOLL-Prozess Baukastens und wurden ebenfalls genutzt, um den entwickelten Ansatz zu verbessern. Nachfolgend werden zunächst die durchgeführten Live-Lab Studien vorgestellt. Anschließend werden die Realisierung und Anwendung des Ansatzes für das Live-Lab IP beschrieben. Abschließend werden die Ergebnisse evaluiert und diskutiert.

6.1.1 Beschreibung der Live-Lab Studien

Diese Validierungsstudie im Live-Lab IP dient der erstmaligen Evaluation des entwickelten Ansatzes. Die Live-Lab Umgebung ermöglicht es, in einer gleichzeitig kontrollierbaren, jedoch auch realistischen Validierungsumgebung Methoden und Prozesse der Produktentwicklung zu evaluieren. Im Zuge dieser Arbeit wurden insgesamt acht aufeinander aufbauende Studien in unterschiedlichen Live-Labs durchgeführt. Die einzelnen Studien und deren Zielsetzungen sind in Tabelle 6.1 aufgelistet und werden nachfolgend näher erläutert.

Wie aus Tabelle 6.1 hervorgeht, wurden zunächst drei Studien zur Datenanalyse der durchgeführten IST-Prozesse der Potentialfindung aus den Live-Labs IP 2017/18, ProVIL 2018 und AIL 2018 durchgeführt. Ziel war es hierbei durch die Analyse der Prozesselemente relevante Prozessmodule für den SOLL-Prozess Baukasten für die Potentialfindung zu synthetisieren. Diese Studien sind ebenfalls Teil der Realisierung und Anwendung des entwickelten Ansatzes im nachfolgenden Abschnitt. Die generierten Prozessmodule wurden anschließend im Zuge der Projektplanung der Potentialfindungsphase im Live-Lab IP 2018/19 mit 38 Teilnehmern evaluiert. Zudem wurde das Live-Lab IP 2018/19 genutzt, um aus den durchgeführten IST-Prozessen Prozessmuster der Sub-Aktivitäten zu synthetisieren. Nachdem die durchgeführten Studien positiv verliefen, wurde der SOLL-Prozess Baukasten weiterentwickelt. Hierfür wurde wieder eine Datenanalyse der durchgeführten IST-Prozesse in den Live-Labs IP 2017/18 und IP 2018/19 durchgeführt, um so relevante Prozessmodule und Prozessmuster für die Konzipierungsphase und teilweise auch für die Präzisierungsphase im Live-Lab IP zu synthetisieren. Diese beiden Studien dienten der Präzisierung und Evaluation der Methode zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen.

Tabelle 6.1: Studien für die Anwendung und Evaluation des entwickelten Ansatzes in Live-Labs

ID	Live-Lab	Probanden	Zielsetzung und Beschreibung	Methode
1	IP 2017/18	7 Teams	Analyse von Prozesselementen der durchgeführten IST-Prozesse zur Synthese von Prozessmodulen für einen SOLL-Prozess Baukasten für die Potentialfindung im Live-Lab IP	Inhaltsanalyse der IST-Prozesse
2	ProVIL 2018	7 Teams		Inhaltsanalyse der IST-Prozesse
3	AIL 2018	2 Teams		Inhaltsanalyse der IST-Prozesse
4	IP 2018/19	38 Teilnehmer	Evaluation der Prozessmodule und des Projektplanungsworkshops für die Potentialfindung im Live-Lab IP	Live-Lab Studie, Anwendungsstudie, Umfrage (Offline)
5	IP 2018/19	7 Teams	Synthese von Prozessmustern basierend auf durchgeführten IST-Prozessen für die Potentialfindung im Live-Lab IP	Inhaltsanalyse der IST-Prozesse
6	IP 2017/18	7 Teams	Analyse von Prozesselementen und Abhängigkeiten der durchgeführten IST-Prozesse zur Synthese von Prozessmodulen und Prozessmustern für einen SOLL-Prozess Baukasten für die Konzipierung und Präzisierung im Live-Lab IP	Inhaltsanalyse der IST-Prozesse
7	IP 2018/19	6 Teams		Inhaltsanalyse der IST-Prozesse
8	IP 2019/20	7 Teams 31 Teilnehmer	Evaluation des entwickelten SOLL-Prozess Baukastens Testgruppe: Nutzung des SOLL-Prozess Baukastens für die Projektplanung der Potentialfindung Kontrollgruppe: Durchführung der Projektplanung für die Potentialfindung ohne den SOLL-Prozess Baukasten	Live-Lab Studie, Anwendungsstudie mit Test- & Kontrollgruppe, Umfrage (Offline), Expertenbewertung der SOLL-Prozesse

Abschließend wurde im Live-Lab IP 2019/20 eine Anwendungsstudie für die Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses der Potentialfindungsphase durchgeführt. Um den Nutzen des SOLL-Prozess Baukastens besser quantifizieren zu können, wurden eine Testgruppe, bestehend aus vier der Entwicklungsteams und eine Kontrollgruppe, bestehend aus drei der Entwicklungsteams gebildet. Die Test- und die Kontrollgruppe nahmen unabhängig voneinander an einem Projektplanungsworkshop für die Potentialfindungsphase teil. Der Testgruppe wurde hierbei der

SOLL-Prozess Baukasten für die Potentialfindung zur Verfügung gestellt. Die Kontrollgruppe sollte einen initialen SOLL-Prozess ohne den SOLL-Prozess Baukasten oder sonstige Prozessmodelle erstellen. Mit Hilfe einer anschließenden Umfrage wurde die subjektive Einschätzung der 31 Teilnehmer zu ihrem initialen SOLL-Prozess abgefragt. Zudem wurde die Dokumentation der initialen SOLL-Prozesse genutzt, um die Ergebnisse der Test- und Kontrollgruppe durch einen Experten zu vergleichen.

6.1.2 Realisierung und Anwendung des Ansatzes im Live-Lab IP

Wie bereits erläutert wurden größere Teilumfänge des entwickelten Ansatzes für das Live-Lab IP realisiert und angewendet, um so eine erste Validierungsstudie durchzuführen. Wie in Abbildung 6.1 dargestellt, wurde zunächst die Methode zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen aus Abschnitt 5.2.2 durchgeführt. Anschließend wurde im Live-Lab IP 2019/20 eine Anwendungsstudie mit Test- und Kontrollgruppe durchgeführt, um den Nutzen des entwickelten SOLL-Prozess Baukastens zu quantifizieren. Hierfür wurde ein Teil der Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen aus Abschnitt 5.2.3 angewendet. Die Methode zur Identifikation von Anforderungen an den Entwicklungsprozess aus Abschnitt 5.2.1 wurde nicht angewendet, da die Anforderungen an den Entwicklungsprozess bereits bekannt waren. Nachfolgend werden zunächst die Anforderungen an den Entwicklungsprozess dargelegt und anschließend wird die Realisierung und Anwendung der beiden durchgeführten Methoden näher erläutert.

6.1.2.1 Anforderungen an den Entwicklungsprozess im Live-Lab IP

Das Live-Lab IP dient der frühen Identifikation von Innovationspotentialen, sowie der Entwicklung und Validierung von Prototypen in der frühen Phase der PGE. Demnach unterliegen die Entwicklungsprojekte einem hohen Maß an Unsicherheit, wodurch es erforderlich ist zum richtigen Zeitpunkt auf agile Vorgehensweisen zurückzugreifen. Zudem zeichnet sich das Live-Lab IP durch einen übergeordneten Entwicklungsprozess aus, welcher die Vorgehensweise der Entwicklungsteams strukturiert und bereits spezifische Prozesselemente umfasst. Beispielsweise umfasst der übergeordnete Entwicklungsprozess bereits Meilensteine, Phasen und Deliverables. Daraus ergibt sich der Bedarf für einen hybriden Entwicklungsprozess, bei dem übergeordnete Prozesselementtypen vorwiegend als Muss-Prozesselemente vorgegeben sind, bei dem aber gleichzeitig für untergeordnete Prozesselementtypen eine flexible und agile Durchführung möglich ist. Für diese Ausgangssituation eignet sich der Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens und es ergibt sich die in Abbildung 6.2 dargestellte Gestaltung des SOLL-Prozess Baukastens für das Live-Lab IP.

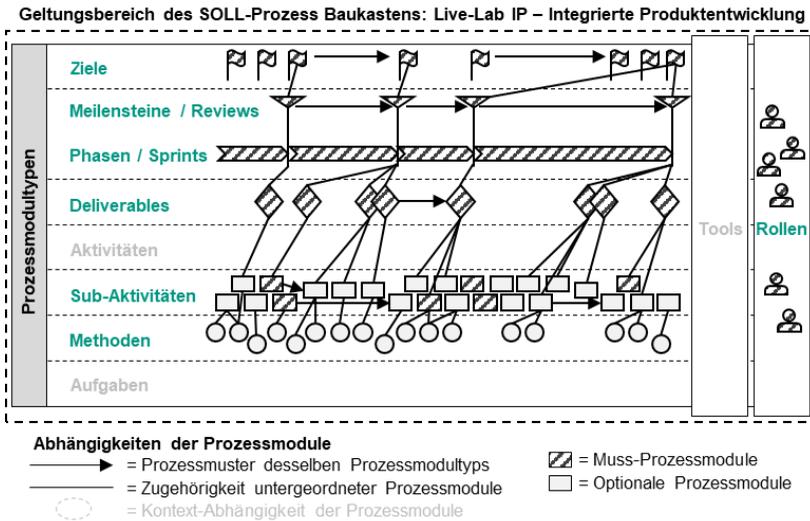


Abbildung 6.2: Kontextspezifische Gestaltung des SOLL-Prozess Baukastens für das Live-Lab IP

6.1.2.2 Anwendung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für das Live-Lab IP

In Abbildung 6.3 ist ein Überblick über die Durchführung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für das Live-Lab IP dargestellt. Ausgangsbasis für die Entwicklung des SOLL-Prozess Baukastens sind die zuvor erläuterten Anforderungen an den Entwicklungsprozess.

Im ersten Schritt wird zunächst der **Geltungsbereich definiert und der Entwicklungskontext charakterisiert**. Da es sich bei dem Live-Lab IP um ein standardisiertes Format handelt, welches am IPEK jährlich unter fast identischen Bedingungen durchgeführt wird, weisen die relevanten Kontext-Faktoren dieselben Ausprägungen auf. Beispielsweise stehen den einzelnen Entwicklungsteams je dieselben Ressourcen zur Verfügung, wobei die persönlichen Erfahrungen der einzelnen Teammitglieder variiert, jedoch im Durchschnitt vergleichbar ist. Lediglich die Entwicklungsaufgabe und der Projektpartner unterscheidet die einzelnen Jahrgänge voneinander. Daher ist es notwendig die Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens möglichst neutral und aufgabenunabhängig zu formulieren.

1. Geltungsbereich definieren und Entwicklungskontext charakterisieren

a. Alle relevanten Kontext-Faktoren haben **dieselbe Ausprägung** für alle Elemente im Geltungsbereich.

b. Keine der relevanten Kontext-Faktoren weisen eine **unterschiedliche Ausprägung** für die Elemente im Geltungsbereich auf, da die Entwicklungsprojekte im selben Entwicklungskontext durchgeführt wurden. Lediglich die Wissensbasis und Erfahrungen der jeweiligen Entwicklungsteams kann sich geringfügig unterscheiden

2. Relevante Prozesselemente identifizieren

a. Analyse der dokumentierten **IST-Prozesse** von mehreren Live-Labs:
Potentialfindung: IP 2017/18, ProVIL 2018 und AIL 2018
Konzipierung: IP 2017/18 und IP 2018/19

b. Analyse des **Referenzprozesses**, der für das Live-Lab IP vorgegeben ist

c. Analyse relevanter **Meta-Modelle** wie Design Thinking, User-centered Design Process, iPeM, etc. die außerhalb des Unternehmens existieren

3. Abhängigkeiten der Prozesselemente identifizieren

a. Identifikation von **Prozessmustern**, durch die Analyse dokumentierter IST-Prozesse von mehreren Live-Labs:
Potentialfindung: IP 2018/19
Konzipierung: IP 2017/18 und IP 2018/19

b. Identifikation der **Zugehörigkeit untergeordneter Prozessmodule** für die Zugehörigkeit von Methoden zu Sub-Aktivitäten und Sub-Aktivitäten zu Deliverables bzw. Phasenzielen basierend auf empirischen Prozessdaten der IST-Prozesse aus 2.a.

c. Die **Kontext-Abhängigkeit** wurde für den SOLL-Prozess Baukasten nicht berücksichtigt, da die Projekte im Geltungsbereich einen nahezu identischen Entwicklungskontext haben

Abbildung 6.3: Durchführung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukasten für das Live-Lab IP

Im zweiten Schritt der Methode wurden die **relevanten Prozesselemente identifiziert**, um so die Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens zu definieren. Für diesen Schritt wurden zunächst die durchgeführten IST-Prozesse mehrerer Live-Labs untersucht (2.a.). Diese IST-Prozesse wurden entweder im Projektmanagementtool Jira dokumentiert oder bei einer offline Projektplanung mit Hilfe von Fotos festgehalten. Anschließend wurden die Prozesselemente in einer Excel Liste erfasst und die Prozesselemente wurden hinsichtlich ihres jeweiligen Typs, z.B. Deliverable oder Sub-Aktivität kategorisiert. Zudem wurde der übergeordnete Entwicklungsprozess des Live-Labs IP analysiert und mit den Prozesselementen der IST-Prozesse abgeglichen (2.b.). Der Entwicklungsprozess des Live-Labs IP umfasst insbesondere Ziele, Meilensteine, Phasen und Deliverables, welche im SOLL-Prozess Baukasten als Muss-Prozessmodule definiert werden. Daher standen bei der Analyse und Identifikation relevanter Prozesselemente insbesondere Sub-Aktivitäten im Vordergrund. Weiterführend wurden die Meta-Modelle iPeM, Design Thinking und User-centered Design analysiert, um ebenfalls relevante Prozesselemente zu identifizieren (2.c.). Nachfolgend wird erläutert, wie genau dieser Schritt der Methode für die Entwicklung des SOLL-Prozess Baukastens für die Potentialfindung und für die Konzipierung durchgeführt wurde und welche Prozesselemente synthetisiert wurden.

Zunächst wurde dieser Schritt durchgeführt, um geeignete Sub-Aktivitäten für die Potentialfindung im Live-Lab IP zu identifizieren. Hierfür wurden insgesamt 631 Sub-Aktivitäten aus den dokumentierten IST-Prozessen von 16 Entwicklungsprojekten aus den Live-Labs IP 2017/18, ProVIL 2018 und AIL 2018 analysiert (2.a.). Zudem wurden 100 weitere Sub-Aktivitäten aus Meta-Modellen wie dem iPeM, dem User-centered Design Prozess und Design Thinking analysiert. Diese Sub-Aktivitäten wurden anschließend eindeutig und aufgabenunabhängig benannt, miteinander verglichen, gruppiert und Dopplungen wurden entfernt. Bei einem Experten-Workshop wurde nun die Wichtigkeit der einzelnen Sub-Aktivitäten bewertet. Hierdurch konnten 48 Sub-Aktivitäten synthetisiert werden, welche zur Entwicklung von Produktprofilen genutzt werden können. Für diese 48 Sub-Aktivitäten wurde nun eine präzisierende Beschreibung ergänzt und passende Methoden wurden ihnen zugeordnet. Abschließend wurden diese 48 Sub-Aktivitäten im Live-Lab IP 2018/19 durch eine Anwendungsstudie mit sieben Entwicklungsteams evaluiert. In Abbildung 6.4 ist eine Übersicht über die 48 Sub-Aktivitäten zur Entwicklung von Produktprofilen im Live-Lab IP dargestellt. Zudem wird angegeben, wie oft eine jeweilige Sub-Aktivität in den 23 Entwicklungsteams insgesamt durchgeführt wurde. Außerdem wird prozentual angegeben wie viele der 23 Entwicklungsteams die jeweilige Sub-Aktivität durchgeführt haben. In der Abbildung sind ebenfalls zehn Sub-Aktivitäten grau hervorgehoben, welche zum einen von vielen Teams und zum anderen sehr oft durchgeführt wurden.

ID	Sub-Aktivität	Alle 23 Teams		ID	Sub-Aktivität	Alle 23 Teams	
		Total	% der Teams			Total	% der Teams
1	Kunden-/Anwendergruppen analysieren	43	96%	25	Validierungsziele festlegen	3	13%
2	Zukunftsszenarien analysieren	18	78%	26	Grundannahmen des Geschäftsmodells absichern	5	22%
3	System in Development analysieren	38	61%	27	Zahlungsbereitschaft der Kunden ermitteln	6	26%
4	Anbieter analysieren	21	57%	28	Usability des zukünftigen Produkts testen	2	9%
5	Relevanten Patente analysieren	12	48%	29	Proof of Concept durchführen	3	13%
6	Referenzsysteme analysieren	18	48%	30	Anforderungen an das Produktionssystem ableiten	2	9%
7	Kunden-/Anwendernutzen ableiten	32	65%	31	Recycling oder Reuse Möglichkeiten identifizieren	4	17%
8	Anbiaternutzen ableiten	7	30%	32	Produktprofil Claims formulieren	16	65%
9	Nutzungsanforderungen ableiten	7	30%	33	Nutzenbündel beschreiben	12	52%
10	Use Cases identifizieren	16	52%	34	Reifegrad mehrerer Produktprofile angleichen	12	43%
11	Kreativitätsbasiert Produktprofile generieren	58	100%	35	Produktprofil bildlich veranschaulichen	6	26%
12	Recherchebasiert Produktprofile generieren	18	57%	36	Produktprofil Template ausfüllen	42	57%
13	Bewertungsmethode & -kriterien festlegen	16	61%	37	Grobes Geschäftsmodell aufstellen	11	43%
14	Bewertung der Produktprofile durchführen	27	91%	38	Geschäftsmodell detailliert beschreiben	2	9%
15	Rangfolge der Produktprofile erstellen	9	35%	39	Business Case berechnen	1	4%
16	Unterschiedliche Produktprofile vergleichen	17	52%	40	Technische Lösungsmöglichkeiten ermitteln	3	9%
17	Ähnliche Produktprofile kombinieren	11	43%	41	Funktionen des Produktprofils definieren	8	26%
18	TOP [xy] Produktprofile auswählen	21	83%	42	Notwendige Systemarchitektur ermitteln	4	17%
19	TOP 3 bzw. 5 Produktprofile für MS auswählen	17	70%	43	Skizze des zukünftigen Produkts erstellen	2	9%
20	Favorisiertes Produktprofil für MS auswählen	6	26%	44	CAD Modell des Produkts erstellen	1	4%
21	Technische Machbarkeit absichern	8	30%	45	Low-Fi Demonstrator des Produkts erstellen	2	9%
22	Kunden-/Anwendernutzen absichern	9	35%	46	Funktionsprototyp erstellen	1	4%
23	Anbiaternutzen absichern	6	22%	47	Entscheidung über TOP 1 Produktprofil treffen	23	100%
24	Zu validierende Produkteigenschaften festlegen	5	22%	48	Nachbereiten & Lernen der Potentialfindung	23	100%

Abbildung 6.4: Sub-Aktivitäten zur Entwicklung von Produktprofilen

Nach der Identifikation relevanter Prozesselemente für die Potentialfindung, wurden ebenfalls Prozesselemente für die Konzipierung im Live-Lab IP synthetisiert (Keiber, 2019)³⁷. Als Datengrundlage wurden hierfür 13 durchgeführte IST-Prozesse der Live-Labs IP 2017/18 und IP 2018/19 genutzt. Es wurden insgesamt 767 Sub-Aktivitäten aus der Konzipierungsphase analysiert und es konnten 94 relevante Sub-Aktivitäten aggregiert werden. Ein Auszug der relevanten Sub-Aktivitäten für die Konzipierungsphase im Live-Lab IP ist in Abbildung 6.5 dargestellt.

ID	Deliverable	Sub-Aktivitäten	Total	% der Teams
1	Lösungsideen	Lösungsideen präzisieren	8	46%
2	Lösungsideen	Technische Lösungsideen generieren	36	69%
3	Technische Konzepte	Konzept für Teilproblem entwickeln	25	62%
5	/	Experteninterview / Exkursion vorbereiten / durchführen / nachbereiten	74	69%
9	Zielsystem	Zielsystem aktualisieren/erweitern/konkretisieren	9	46%
11	Wissensbasis	Wissensbasis dokumentieren	10	38%
15	Prototypische Umsetzung	Prototyp in CAD erstellen	10	69%
21	Prototypische Umsetzung	Prototyp physisch erstellen	7	23%
23	Geschäftsmodell	Geschäftsmodell detailliert beschreiben	11	23%
24	Geschäftsmodell	Grobes Geschäftsmodell aufstellen	7	15%
32	Produktprofil	Technische Rahmenbedingungen identifizieren und dokumentieren	9	23%
45	Wissensbasis	Technische Rahmenbedingungen recherchieren	36	69%
46	Wissensbasis	Technischen Stand recherchieren	89	85%
56	Validierung & Verifizierung	Technische Berechnung zu Teilproblem erstellen	7	23%
63	Wissensbasis	Relevante Patente analysieren	13	46%
73	Validierung & Verifizierung	Risikoanalyse durchführen	12	46%
85	Technische Konzepte	Technische Konzepte auswählen	7	38%
92	Produktprofil	Use Cases identifizieren	16	31%
93	Lösungsideen	Technische Lösungsideen bewerten	7	23%

Abbildung 6.5: Auszug der Sub-Aktivitäten aus der Konzipierungsphase im Live-Lab IP

Hierbei handelt es sich um Sub-Aktivitäten, die sowohl von vielen Teams, als auch relativ oft durchgeführt wurden. Zudem ist eine Zuordnung der Sub-Aktivitäten zu den übergeordneten Deliverables dargestellt, welche im nachfolgenden Schritt der Methode näher erläutert wird. Die hohe Anzahl an relevanten Sub-Aktivitäten für die

³⁷ Co-betreute Abschlussarbeit

Konzipierung, im Vergleich zur Potentialfindung begründet sich dadurch, dass in der Potentialfindung noch jedes Team dieselbe oder wenigstens eine vergleichbare Aufgabenstellung verfolgt. In der Konzipierungsphase hingegen bearbeitet jedes Team eine individuelle Entwicklungsaufgabe, welche durch das zuvor entwickelte Produktprofil festgelegt wurde. Daraus ergibt sich eine größere Varianz von Sub-Aktivitäten und somit auch eine durchschnittlich niedrigere Anzahl von Nutzungen und eine niedrigere Nutzungsrate pro Team.

Im dritten Schritt der Methode wurden die **Abhängigkeiten der Prozesselemente identifiziert**. Hierfür wurden zunächst die Prozessmuster für die Potentialfindung und anschließend für die Konzipierung untersucht (3.a.). Weiterführend wurde die Abhängigkeit untergeordneter Prozesselemente für die Potentialfindungsphase und die Konzipierungsphase quantifiziert (3.b.). Aufgrund der geringen Unterschiede des Entwicklungskontextes der einzelnen Entwicklungsprojekte, war es nicht möglich die Kontextabhängigkeit der Prozesselemente zu untersuchen (3.c.).

Für die **Identifikation der Prozessmuster** für die Potentialfindung wurden ebenfalls die Daten aus der Anwendungsstudie im Live-Lab 2018/19 genutzt. Dementsprechend wurden, wie in Abschnitt 5.2.2 erläutert, die Rohdaten aufbereitet. Hierfür wurden die in Jira dokumentierten IST-Prozesse als CSV-Datei exportiert und zu einer Excel-Datei konvertiert. Aus den Rohdaten wurden unvollständige und fehlerhafte Datensätze entfernt. Anschließend wurden die einzelnen Sub-Aktivitäten aus den IST-Prozessen den generischen Sub-Aktivitäten aus Abbildung 6.4 zugeordnet. Zudem wurde für jede durchgeführte Sub-Aktivität ein Datum ermittelt, an dem diese abgeschlossen wurde. Hierbei wurde auf ganze Tage gerundet, um Messungenauigkeiten, die durch das Projektmanagement der Entwicklungsteams verursacht wurden zu reduzieren. Anschließend wurden die 48 generischen Sub-Aktivitäten in einer gespiegelten Matrix aufgetragen. Die einzelnen Matrixfelder wurden durch eine Berechnungsformel befüllt. Hierfür wurde pro Matrixfeld aufsummiert, wie viele der Teams die Sub-Aktivität in der Zeile vor der Sub-Aktivität in der Spalte abgeschlossen haben. Zudem wurde in einer anderen Matrix, ebenfalls mit den aufgetragenen 48 Sub-Aktivitäten, berechnet, wie viele Teams sowohl eine jeweilige Sub-Aktivität aus der Zeile, wie auch die jeweilige Sub-Aktivität aus der Spalte abgeschlossen haben. In einer dritten Matrix wurde nun das Verhältnis aus den Werten der ersten Matrix und der zweiten Matrix gebildet. Demnach geben die Werte in der dritten Matrix einen Aufschluss darüber wie häufig eine jeweilige Sub-Aktivität vor einer jeweiligen anderen Sub-Aktivität abgeschlossen wurde. Ein Auszug dieser dritten Matrix ist in Abbildung 6.6 dargestellt. In dieser Darstellungsform konnten die Prozessmuster der Sub-Aktivitäten einerseits verständlich dargestellt werden und andererseits für die spätere Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen genutzt werden.

ID	Sub-Aktivitäten	11	1	47	48	14	7	3	18	36	2
		Kreativitätsbasiert Produktprofile generieren	Kunden-/Anwender- gruppen analysieren	Entscheidung über TOP 1 Produktprofil treffen	Nachbereiten & Lernen der Potentialfindung	Bewertung der Produkt- profile durchführen	Kunden-/Anwender- nutzen ableiten	System in Development analysieren	TOP [xy] Produktprofile auswählen	Produktprofil Template ausfüllen	Zukunftsszenarien analysieren
11	Kreativitätsbasiert Produktprofile generieren		57%	86%	86%	100%	57%	57%	100%	86%	71%
1	Kunden-/Anwender- gruppen analysieren	29%		100%	100%	57%	43%	14%	57%	71%	29%
47	Entscheidung über TOP 1 Produktprofil treffen				100%	14%			14%		
48	Nachbereiten & Lernen der Potentialfindung					100%			100%		
14	Bewertung der Produkt- profile durchführen			100%	100%		20%		20%	60%	
7	Kunden-/Anwender- nutzen ableiten			100%	100%	17%			17%	17%	
3	System in Development analysieren	50%	50%	100%	100%	75%	50%		100%	100%	50%
18	TOP [xy] Produktprofile auswählen			100%	100%	60%	40%	20%		100%	20%
36	Produktprofil Template ausfüllen			100%	100%						
2	Zukunftsszenarien analysieren	29%	14%	100%	100%	43%	29%	14%	43%	57%	

Abbildung 6.6: Auszug der Prozessmuster der Sub-Aktivitäten für die Potentialfindung im Live-Lab IP

Diese Vorgehensweise wurde ebenfalls für die Sub-Aktivitäten der Konzipierungsphase im Live-Lab IP durchgeführt. Hierfür wurden die in Jira dokumentierten IST-Prozesse der Live-Labs IP 2017/18 und IP 2018/19 als Datengrundlage genutzt. Nach der Bereinigung und Aufbereitung der Rohdaten wurde die zuvor beschriebene Berechnung angewendet. So konnten ebenfalls für die Sub-Aktivitäten der Konzipierungsphase Prozessmuster synthetisiert werden. Ein Auszug dieser Prozessmuster ist in Abbildung 6.7 dargestellt.

ID	Sub-Aktivität	1	2	3	5	9	11	15	21	23
1	Lösungsideen präzisieren		20%	25%		20%	33%	67%	50%	
2	Technische Lösungsideen generieren	80%		57%	25%	60%		86%	100%	100%
3	Konzept für Teilproblem entwickeln	75%	43%		14%	40%	50%	80%	67%	
5	Experteninterview/Exkursion vorbereiten/...	100%	63%	71%		80%	25%	100%	100%	50%
9	Zielsystem aktualisieren/erweitern/...	60%	20%	40%	20%			80%	100%	100%
11	Wissensbasis dokumentieren	67%	100%	50%	50%	100%		100%		
15	Prototyp in CAD erstellen	17%	14%						33%	
21	Prototyp physisch erstellen	50%								
23	Geschäftsmodell detailliert beschreiben	100%						33%	50%	
24	Grobes Geschäftsmodell aufstellen	100%						50%	50%	
32	Technische Rahmenbedingungen identifizieren...	100%						50%	50%	
45	Technische Rahmenbedingungen recherchieren	100%	50%	67%	38%	75%	33%	83%	100%	100%
46	Technischen Stand recherchieren	100%	50%	71%	38%	75%	50%	83%	100%	100%
56	Technische Berechnung zu Teilproblem erstellen	33%						33%	50%	
63	Relevante Patente analysieren	100%	33%	60%	17%	33%		100%	100%	100%
73	Risikoanalyse durchführen							80%	100%	
85	Technische Konzepte auswählen	33%						75%	100%	
92	Use Cases identifizieren	100%	25%	75%	50%	50%		100%	100%	100%

Abbildung 6.7: Auszug der Prozessmuster der Sub-Aktivitäten für die Konzipierung im Live-Lab IP

Für die **Identifikation der Abhängigkeiten untergeordneter Prozesselemente**, wurden zunächst die Sub-Aktivitäten für die Potentialfindung analysiert. Die hier vorliegenden 48 Sub-Aktivitäten lassen sich alle der Potentialfindungsphase und dem zugehörigen Meilenstein zuordnen und dienen der Erarbeitung des Deliverables Produktprofil. Dementsprechend ergibt sich lediglich eine Abhängigkeit der Sub-Aktivitäten und untergeordneter Methoden. Hierfür wurden die Sub-Aktivitäten den Aktivitäten der Problemlösung zugeordnet, um anschließend mit Hilfe der InnoFox (Albers *et al.*, 2015b) Anwendung geeignete Methoden für die jeweiligen Sub-

Aktivitäten zu identifizieren. So ergaben sich beispielsweise für die Sub-Aktivität „kreativitätsbasiert Produktprofile generieren“ unter anderem die untergeordneten Methoden Reizbildmethode, InnoBandit, Brainwriting und Analogie-Bildung.

Bei der Analyse der Abhängigkeiten untergeordneter Prozesselemente für die Konzipierung, konnten ebenfalls alle der identifizierten Sub-Aktivitäten der Konzipierungsphase und dem zugehörigen Meilenstein untergeordnet werden. Zudem wurden durch die Analyse der IST-Prozesse insgesamt 13 Deliverables identifiziert, denen die 94 überwiegend zugeordnet werden konnten. Ein Auszug dieser Zuordnung ist ebenfalls in Abbildung 6.5 dargestellt. Lediglich die Sub-Aktivität „Experteninterview / Exkursion vorbereiten / durchführen / nachbereiten“ konnte nicht eindeutig einem Deliverable zugeordnet werden. Dies begründet sich dadurch, dass aus der Beschreibung und Dokumentation der Sub-Aktivität kein eindeutiger Zweck hervorgeht und somit eine Zuordnung zu mehreren Deliverables möglich wäre.

6.1.2.3 Anwendung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen im Live-Lab IP 2019/20

Aufbauend auf dem zuvor entwickelten SOLL-Prozess Baukasten wurde nun die Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen im Live-Lab IP 2019/20 angewendet. Aufgrund der Rahmenbedingungen innerhalb des Live-Labs IP 2019/20 konnte die in Abschnitt 5.2.3 beschriebene Methode nur teilweise angewendet werden. In Abbildung 6.8 ist die Durchführung der Methode im Live-Lab IP 2019/20 dargestellt. Wie bereits in Abschnitt 6.1.1 beschrieben, wurden für die Anwendung der Methode im Live-Lab IP 2019/20 eine Test- und eine Kontrollgruppe gebildet, die die Methode je unterschiedlich durchgeführt haben. In Abbildung 6.8 wird dargestellt, wie die Methode, von der Test- und der Kontrollgruppe durchgeführt wurde.

Die Test- und die Kontrollgruppe haben lediglich den dritten Schritt der Methode, die Entwicklung eines initialen SOLL-Prozesses, explizit im Zuge eines gemeinsamen Workshops durchgeführt. Für die Testgruppe wurde vor der Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses durch den Prozessautor ein kontextspezifischer SOLL-Prozess Vorschlag instanziiert und konfiguriert. Dieser SOLL-Prozess Vorschlag diente mit dem zu Grunde liegenden SOLL-Prozess Baukasten als Hilfsmittel für die vier Entwicklungsteams, die Teil der Testgruppe waren. Unabhängig davon haben ebenfalls die drei Entwicklungsteams aus der Kontrollgruppe einen initialen SOLL-Prozess erstellt, wobei ihnen keine Hilfsmittel, wie der SOLL-Prozess Vorschlag oder der SOLL-Prozess Baukasten zur Verfügung standen.

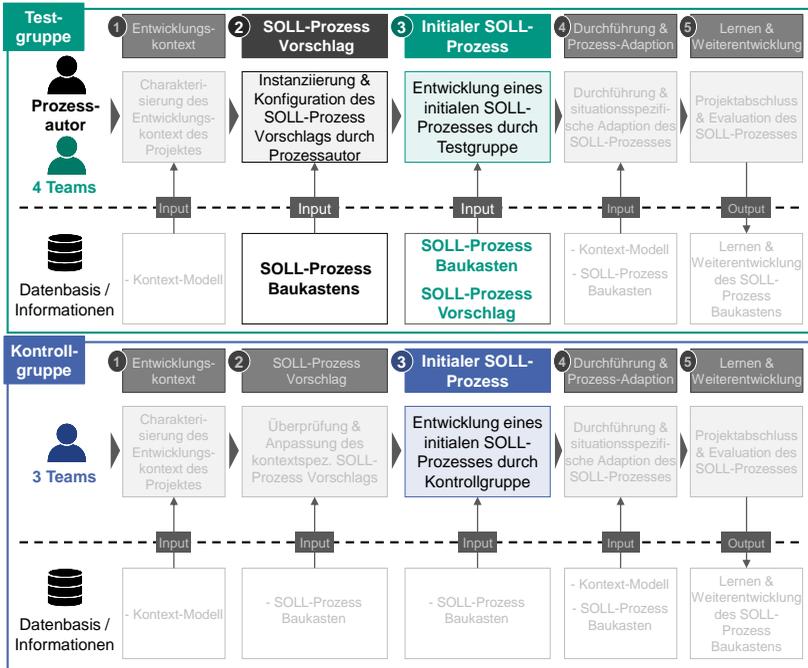


Abbildung 6.8: Durchführung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration eines SOLL-Prozess Vorschlags und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen im Live-Lab IP

Nachfolgend wird zunächst die Durchführung der Methode für die Testgruppe und anschließend für die Kontrollgruppe erläutert. Zudem werden Auszüge der jeweils entwickelten initialen SOLL-Prozesse gezeigt und beschrieben. Die Methode wurde zu Beginn der Potentialfindungsphase im Live-Lab IP 2019/20 durchgeführt und diente der Projektplanung für die Potentialfindungsphase.

Testgruppe: Da zu Beginn der Potentialfindungsphase alle Entwicklungsteams dieselbe Aufgabenstellung bearbeiten, war es nicht möglich und nicht sinnvoll einen projektspezifischen Entwicklungskontext zu charakterisieren. Dementsprechend wurde vom Prozessautor der zweite Schritt zur Instanziierung und Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags für die Entwicklungsteams der Testgruppe durchgeführt. Grundlage hierfür war der SOLL-Prozess Baukasten für die Potentialfindung. Für die Instanziierung und Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags wendete der

Prozessautor, die in Abschnitt 5.2.3 beschriebene Methode an. Hierfür wurden die, in Tabelle 6.2 dargestellten, Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens für die Potentialfindung instanziiert.

Tabelle 6.2: Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens für die Potentialfindung im Live-Lab IP

Prozessmodultyp	Anzahl der Prozessmodule	Adaptierbarkeit der Prozessmodule durch die Entwicklungsteams
Ziele	1	Das Ziel ist nicht adaptierbar
Meilensteine & Reviews	1 Meilenstein & 2 Reviews	Der Meilenstein und die Reviews sind nicht adaptierbar
Phasen & Sprints	1 Phase & 2-3 Sprints	Die Phase ist nicht adaptierbar, die Anzahl und Inhalte der Sprints können vom Entwicklungsteam angepasst werden
Deliverables	4	Die Kern-Deliverables sind nicht adaptierbar, das Entwicklungsteam kann aber weitere Deliverables hinzufügen
Aktivitäten	Nicht berücksichtigt	Aktivitäten können vom Entwicklungsteam eigenständig hinzugefügt werden
Sub-Aktivitäten	48 + 8	Sub-Aktivitäten können vom Entwicklungsteam hinzugefügt, adaptiert oder entfernt werden
Methoden	>100	Methoden können vom Entwicklungsteam hinzugefügt, adaptiert oder entfernt werden
Sub-Aufgaben	Nicht berücksichtigt	Sub-Aufgaben können vom Entwicklungsteam eigenständig hinzugefügt werden
Tools	Nicht berücksichtigt	Tools können vom Entwicklungsteam eigenständig hinzugefügt werden
Rollen	5	Die Rollen sind nicht adaptierbar

Bei der anschließenden Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags wurden vorwiegend die Sub-Aktivitäten berücksichtigt, da für die übergeordneten Prozessmodule, z.B. Meilensteine & Reviews, bereits Termine und Deadlines definiert waren. Als Datengrundlage für die Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags wurden die in Abbildung 6.6 gezeigten Prozessmuster genutzt. Mit Hilfe der Kostenfunktion (Gl. 5.1) und des Konfigurations-Algorithmus (Tabelle 5.3) konnte eine, entsprechend

der Datengrundlage, bestmögliche Reihenfolge der Sub-Aktivitäten konfiguriert werden. Diese Reihenfolge der 45 Sub-Aktivitäten für die Entwicklung von Produktprofilen ist in Abbildung 6.9 dargestellt. Es wurden lediglich 45 der insgesamt 48 Sub-Aktivitäten für die Entwicklung von Produktprofilen aus Abbildung 6.4 berücksichtigt, da die Sub-Aktivität 44 im Live-Lab IP 2018/19 nicht durchgeführt wurde und da die Sub-Aktivitäten 47 und 48 an fest definierten Terminen im Projekt durchgeführt werden.

Position	ID	Benennung	Position	ID	Benennung
1	4	Anbieter analysieren	24	39	Business Case berechnen
2	11	Kreativitätsbasiert Produktprofile generieren	25	40	Technische Lösungsmöglichkeiten ermitteln
3	3	System in Development analysieren	26	41	Funktionen des Produktprofils definieren
4	1	Kunden-/Anwendergruppen analysieren	27	23	Anbiaternutzen absichern
5	2	Zukunftsszenarien analysieren	28	37	Grobes Geschäftsmodell aufstellen
6	6	Referenzsysteme analysieren	29	36	Produktprofil Template ausfüllen
7	8	Anbiaternutzen ableiten	30	22	Kunden-/Anwendernutzen absichern
8	17	Ähnliche Produktprofile kombinieren	31	29	Proof of Concept durchführen
9	32	Produktprofil Claims formulieren	32	35	Produktprofil bildlich veranschaulichen
10	16	Unterschiedliche Produktprofile vergleichen	33	33	Nutzenbündel beschreiben
11	12	Recherchebasiert Produktprofile generieren	34	25	Validierungsziele festlegen
12	15	Rangfolge der Produktprofile erstellen	35	26	Grundannahmen des Geschäftsmodells absichern
13	18	TOP [xy] Produktprofile auswählen	36	31	Recycling oder Reuse Möglichkeiten identifizieren
14	7	Kunden-/Anwendernutzen ableiten	37	42	Notwendige Systemarchitektur ermitteln
15	9	Nutzungsanforderungen ableiten	38	43	Skizze des zukünftigen Produkts erstellen
16	13	Bewertungsmethode & -kriterien festlegen	39	24	Zu validierende Produkt-eigenschaften festlegen
17	34	Reifegrad mehrerer Produktprofile angleichen	40	27	Zahlungsbereitschaft der Kunden ermitteln
18	10	Use Cases identifizieren	41	19	TOP 3 bzw. 5 Produktprofile für MS auswählen
19	14	Bewertung der Produktprofile durchführen	42	21	Technische Machbarkeit absichern
20	5	Relevanten Patente analysieren	43	45	Funktionsprototyp erstellen
21	28	Usability des zukünftigen Produkts testen	44	44	Low-Fi Demonstrator des Produkts erstellen
22	30	Anforderungen an das Produktionssystem ableiten	45	20	Favorisiertes Produktprofil für MS auswählen
23	38	Geschäftsmodell detailliert beschreiben			

Abbildung 6.9: Reihenfolge der Sub-Aktivitäten für die Entwicklung von Produktprofilen im Live-Lab IP

Nach der Instanziierung und Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags, führte die Testgruppe den dritten Schritt der Methode durch. Hierbei nutzten sie den SOLL-Prozess Vorschlag und den SOLL-Prozess Baukasten als Informationsgrundlage für die Entwicklung eines initialen SOLL-Prozesses. Diese Projektplanung wurde im Zuge eines gemeinsamen Workshops mit den vier Entwicklungsteams der Testgruppe durchgeführt. Als Hilfsmittel erhielten sie Beschreibungen der insgesamt 56 Sub-Aktivitäten, wobei 48 Sub-Aktivitäten dem Deliverable „Produktprofil“ und 8 Sub-Aktivitäten dem Deliverable „Entscheidungsgrundlage“ zugeordnet waren. Ein Auszug der Workshop Unterlagen ist in Abbildung 6.10 dargestellt.

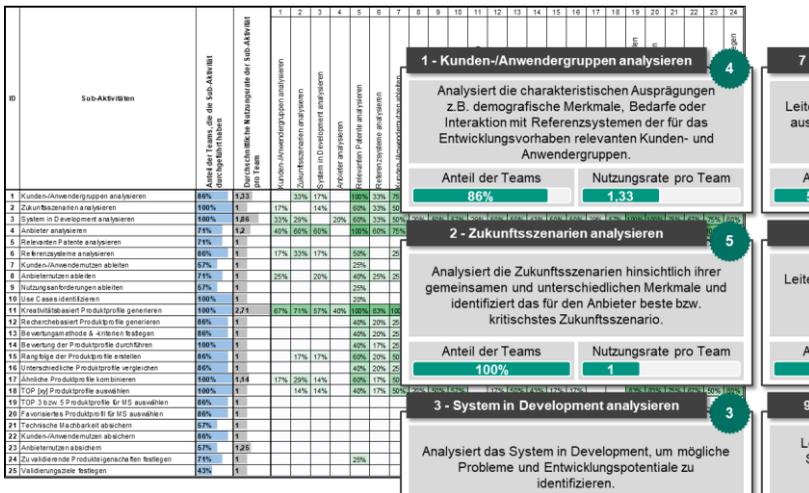


Abbildung 6.10: Auszug der Workshop Unterlagen der Testgruppe für die Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses im Live-Lab IP 2019/20

Die vier Teams der Testgruppe erhielten je, die folgenden drei Unterlagen:

- **Prozessmuster der 48 Sub-Aktivitäten** zur Entwicklung von Produktprofilen, mit Prozentangabe, wie viele der Live-Lab Teams diese durchgeführt haben und wie häufig die Sub-Aktivität durchschnittlich pro Team durchgeführt wurde. Dieses Dokument ist im Hintergrund von Abbildung 6.10 dargestellt.
- **Reihenfolge der 45 Sub-Aktivitäten** basierend auf den Prozessmustern, wie in Abbildung 6.9 dargestellt.

- **Beschreibungen der 56 Sub-Aktivitäten der Potentialfindung**, ebenfalls mit Prozentangabe der Teams, die die Sub-Aktivität durchgeführt haben und wie häufig diese je Team durchschnittlich durchgeführt wurde. Zudem wurde jeder der Sub-Aktivitäten, sofern möglich, die Position im SOLL-Prozess Vorschlag zugewiesen. Dieses Dokument ist als Auszug im Vordergrund von Abbildung 6.10 dargestellt.³⁸

Während des Workshops entwickelte jedes Team einen eigenen initialen SOLL-Prozess, wobei ein paar der Teams Vorarbeiten geleistet hatten und bereits einen Entwurf für den initialen SOLL-Prozess zu Beginn des Workshops vorliegen hatten. In Abbildung 6.11 ist ein Auszug von einem initialen SOLL-Prozess als Ergebnis des Workshops mit der Testgruppe dargestellt. Hierin wurden mit Hilfe der farbigen Post-Its wichtige Termine, Deadlines und Meilensteine des Teams gekennzeichnet. Die Kärtchen mit den Sub-Aktivitäten halfen dem Team die Detailplanung der Phase zu gestalten. So wählten sie relevante Sub-Aktivitäten aus und ordneten diese sequentiell oder parallel an. Zudem konnten Iterationen durch doppelte Sub-Aktivitäten abgebildet werden.

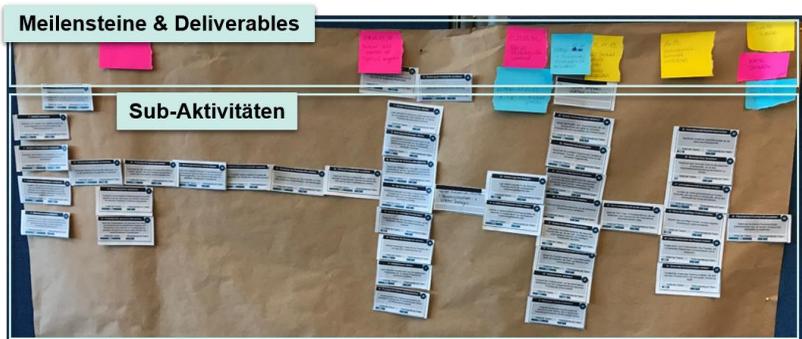


Abbildung 6.11: Auszug eines initialen SOLL-Prozesses eines Teams der Testgruppe

Kontrollgruppe: Die Kontrollgruppe führte, wie auch die Testgruppe, den dritten Schritt der Methode im Zuge eines Projektplanungsworkshops durch (Abbildung

³⁸ Eine vollständige Darstellung der 56 Sub-Aktivitäten für die Potentialfindung befindet sich im Anhang

6.8). Im Gegensatz zur Testgruppe erhielten die drei Teams der Kontrollgruppe jedoch keine Informationen aus dem SOLL-Prozess Baukasten oder SOLL-Prozess Vorschlag. Die drei Teams sollten basierend auf ihrer persönlichen Einschätzung, durch Gespräche mit dem Moderator, sowie durch Informationen des Betreuerteams aus dem Phasen Kick-off einen initialen SOLL-Prozess erstellen. Ein paar der Teams hatten sich bereits Gedanken zur Planung der Potentialfindungsphase gemacht, jedoch noch keinen initialen SOLL-Prozess erstellt. In Abbildung 6.12 ist ein Auszug eines initialen SOLL-Prozesses von einem Team der Kontrollgruppe abgebildet. Dieser initiale SOLL-Prozess war das Ergebnis des Projektplanungsworkshops. Dieses Team hat ebenfalls Meilensteine mit zugehörigen Deliverables im oberen Bereich des SOLL-Prozesses dargestellt. Auf der untergeordneten Ebene wurden Sub-Aktivitäten bzw. Methoden ergänzt, welche der Erarbeitung der Deliverables dienen. Hierbei wurde jedoch nicht zwischen Methoden, Sub-Aktivitäten oder Teilergebnissen differenziert.

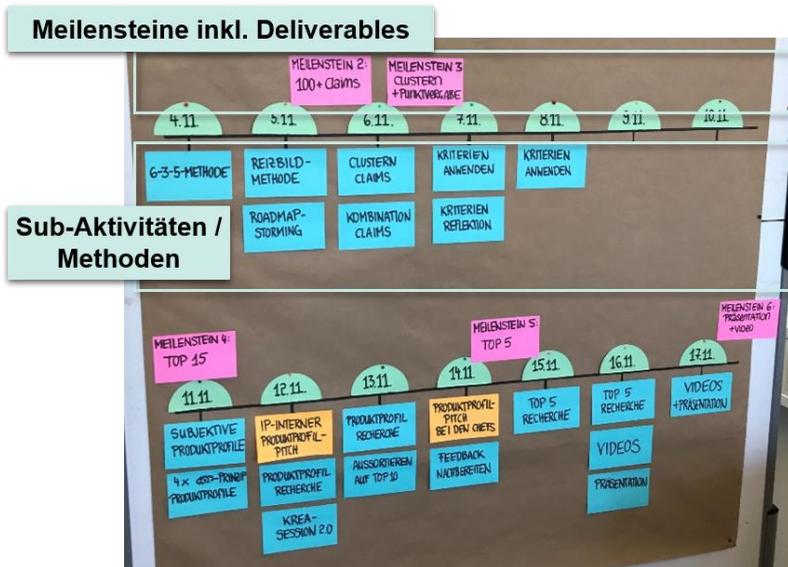


Abbildung 6.12: Auszug eines initialen SOLL-Prozesses eines Teams der Kontrollgruppe

6.1.3 Evaluation des Ansatzes im Live-Lab IP

Basierend auf der in den vorigen Abschnitten beschriebenen Realisierung und Anwendung des Ansatzes im Live-Lab IP, wird in diesem Abschnitt der Ansatz evaluiert. Für die Evaluation wurde eine Befragung der Entwicklungsteams des Live-Labs IP 2019/20 durchgeführt. Zudem wurden die generierten initialen SOLL-Prozesse für die Potentialfindung im Live-Lab IP 2019/20 verglichen und bewertet. Die Ergebnisse dieser beiden Untersuchungen werden nachfolgend ausgeführt.

Im Anschluss an die Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses wurde eine Befragung mit den Teilnehmern durchgeführt, um ihre Einschätzung zum entwickelten SOLL-Prozess zu quantifizieren. An der Befragung nahmen aus den vier Teams der Testgruppe insgesamt 17 Probanden und aus den drei Teams der Kontrollgruppe insgesamt 14 Probanden teil. Die Befragungsergebnisse sind in Abbildung 6.13 dargestellt. In der Abbildung sind sechs Diagramme dargestellt, die anzeigen, wie viele der Probanden je Test- und Kontrollgruppe der jeweiligen Aussage zugestimmt haben. Hierfür wurde eine vierstufige Likert-Skala (Likert, 1932) genutzt. Es wird für jede Ausprägung der Likert-Skala prozentual angegeben, wie viele der Probanden je Test- und Kontrollgruppe die jeweilige Ausprägung ausgewählt haben. Zudem ist in den Diagrammen der jeweilige Mittelwert der Zustimmung zu der Aussage der Test- und Kontrollgruppe mit \bar{x}_{test} und $\bar{x}_{Kontroll}$ angegeben. In den nachfolgenden Absätzen werden die sechs Aussagen und die Befragungsergebnisse erläutert.

a. Die erste Aussage in Abbildung 6.13 bezieht sich darauf, ob der entwickelte SOLL-Prozess der einzelnen Teams realistisch ist. In diesem Zusammenhang bedeutet realistisch, dass der SOLL-Prozess durchführbar ist, eingehalten werden kann und keine Wunschvorstellung beschreibt. In dem Diagramm ist zu sehen, dass verhältnismäßig mehr Probanden der Kontrollgruppe und eher weniger Probanden der Testgruppe dieser Aussage vollständig oder überwiegend zustimmen.

b. Im zweiten Diagramm in Abbildung 6.13 ist dargestellt, inwiefern die Probanden den entwickelten SOLL-Prozess als robust gegenüber unvorhergesehenen Veränderungen einschätzen. Wie auch bei der ersten Aussage stimmen verhältnismäßig mehr Probanden der Kontrollgruppe und eher weniger Probanden der Testgruppe dieser Aussage vollständig zu. Obwohl mehr Probanden der Testgruppe dieser Aussage überwiegend zustimmen gibt es ebenfalls Probanden der Testgruppe, die dieser Aussage nicht zustimmen.

c. Die dritte Aussage bezieht sich darauf, dass es während der Durchführung des SOLL-Prozesses nur geringfügige Änderungen des SOLL-Prozesses geben wird. Dieser Aussage stimmen die Test- und Kontrollgruppe durchschnittlich gleich stark

zu. Jedoch stimmt die Mehrheit der Probanden beider Gruppen der Aussage nicht oder nur teilweise zu.

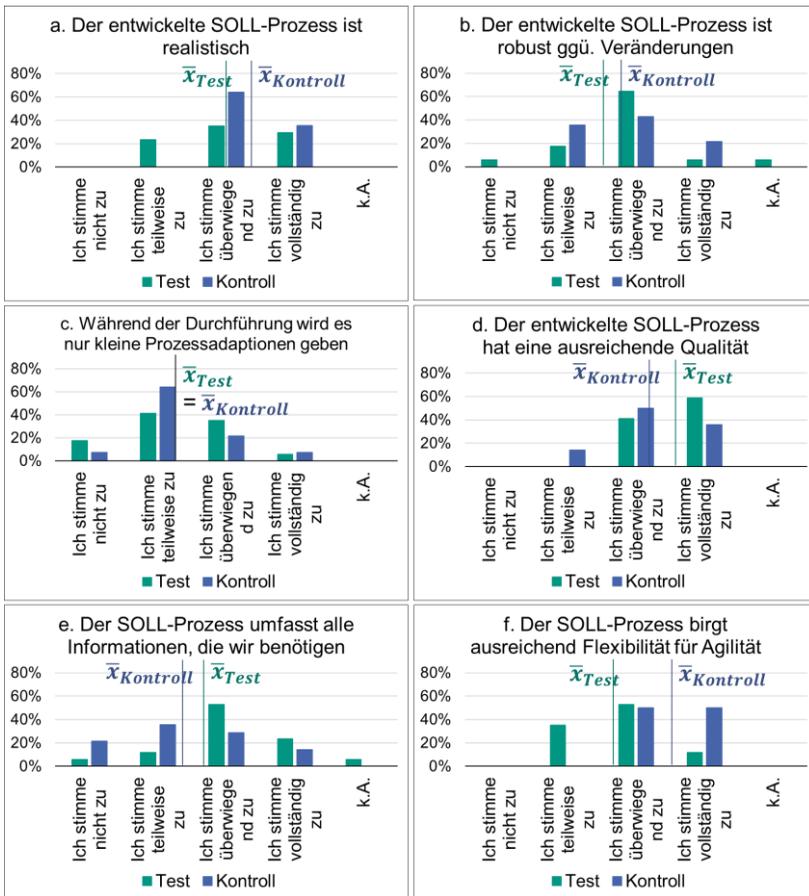


Abbildung 6.13: Ergebnisse der Befragung in IP 2019/20 nach der Entwicklung des initialen SOLL-Prozesses mit der Testgruppe (n=17) und der Kontrollgruppe (n=14)

d. Im vierten Diagramm wird dargestellt, inwiefern die Probanden der Aussage zustimmen, dass der entwickelte SOLL-Prozess eine ausreichende Qualität aufweist. Hierbei soll erfragt werden, inwiefern die Qualität des SOLL-Prozesses ausreichend für die Durchführung der Projektphase ist. Dieser Aussage stimmen verhältnismäßig mehr Probanden der Testgruppe und eher weniger Probanden der Kontrollgruppe vollständig zu. Zudem stimmen alle Probanden der Testgruppe dieser Aussage überwiegend oder vollständig zu. Die Probanden der Kontrollgruppe stimmen dieser Aussage eher überwiegend zu, wobei ein Teil der Kontrollgruppe lediglich teilweise der Aussage zustimmt

e. Die fünfte Aussage bezieht sich darauf, ob der initiale SOLL-Prozess alle, für das Team erforderlichen Informationen für die Projektdurchführung beinhaltet. Dieser Aussage stimmen verhältnismäßig mehr Probanden der Testgruppe überwiegend oder vollständig zu. Im Gegensatz dazu stimmen verhältnismäßig mehr Probanden der Kontrollgruppe der Aussage lediglich teilweise oder nicht zu.

f. Im sechsten Diagramm wird dargestellt, inwiefern die Probanden der Meinung sind, dass der entwickelte SOLL-Prozess ausreichend Flexibilität für agile Arbeitsweisen birgt. Dieser Aussage stimmen im Verhältnis mehr Probanden der Kontrollgruppe vollständig zu. Die Probanden der Testgruppe stimmen dieser Aussage zum Großteil überwiegend zu, wobei ca. ein Drittel der Testgruppe der Aussage nur teilweise zustimmt.

Zusätzlich zur Befragung der insgesamt 31 Probanden wurden ebenfalls die initialen SOLL-Prozesse der sieben Teams analysiert und verglichen. Für den Vergleich der SOLL-Prozesse wurden die folgenden Aspekte näher betrachtet:

- **Prozesselemente:** Welche unterschiedlichen Prozesselementtypen sind im SOLL-Prozess berücksichtigt? Wie viele Prozesselemente umfasst der SOLL-Prozess?
- **Prozessbeschreibung:** Wie detailliert sind die einzelnen Prozesselemente beschrieben? Inwiefern wurden die genutzten Prozesselementtypen des SOLL-Prozesses strukturiert?
- **Ressourcen- und Zeitplanung:** Wurden den Prozesselementen Ressourcen zugeordnet? Wurde eine Zeitplanung für die Durchführung des SOLL-Prozesses aufgestellt?

Eine Übersicht über den Vergleich der initialen SOLL-Prozesse ist in Tabelle 6.3 dargestellt. In der Tabelle werden die initialen SOLL-Prozesse der sieben Teams hinsichtlich der zuvor beschriebenen Kriterien verglichen und nachfolgend erläutert.

Tabelle 6.3: Vergleich der SOLL-Prozesse des Live-Labs IP2019/20

	Team	Prozesselemente	Prozessbeschreibung	Ressourcen- & Zeitplanung
Testgruppe	1	67 Prozesselemente: 1 Meilenstein, 3 Reviews, 2 Entscheidungspunkte; 5 Deliverables; 56 Sub-Aktivitäten	Ausführliche Beschreibung der Sub-Aktivitäten durch Informationen aus Workshop; Ausreichende Beschreibung der Deliverables und Meilensteine	Keine Ressourcenzuordnung; Teilweise Zeitplanung der Prozesselemente
	2	34 Prozesselemente: 1 Meilenstein, 4 Reviews, 1 Entscheidungspunkt; 28 Sub-Aktivitäten	Benennung der Prozesselemente, teilweise mit stichpunktartiger Beschreibung	Keine Ressourcenzuordnung; Zeitplanung aller Prozesselemente inklusive Durchführungszeiträume
	3	Ca. 52 Prozesselemente: 2 Ziele; 1 Meilenstein, 1 Review; 5 Sprints; 3 Deliverables; Sub-Aktivitäten (Annahme ³⁹ ca. 40); Methoden	Ausführliche Beschreibung der Sub-Aktivitäten durch Informationen aus Workshop; Ausreichende Beschreibung der weiteren Prozesselemente	Keine Ressourcenzuordnung; Zeitplanung aller Prozesselemente, Nutzung eines Scrum Boards
	4	Ca. 45 Prozesselemente: 5 Deliverables; Sub-Aktivitäten (Annahme ⁴⁰ ca. 40); Methoden	Ausführliche Beschreibung der Sub-Aktivitäten durch Informationen aus Workshop; Benennung der weiteren Prozesselemente	Keine Ressourcenzuordnung; Keine Zeitplanung der Prozesselemente, Nutzung eines Scrum Boards
Kontrollgruppe	5	37 Prozesselemente: 6 Meilensteine; 2 Reviews; 6 Deliverables, 18 Sub-Aktivitäten, 5 Methoden	Benennung der Prozesselemente, teilweise ungenaue Benennung der Sub-Aktivitäten; keine Unterscheidung zw. Deliverables, Sub-Aktivitäten und Methoden	Keine Ressourcenzuordnung; Zeitplanung aller Prozesselemente
	6	30 Prozesselemente: 16 Sub-Aktivitäten; 14 Methoden	Benennung der Prozesselemente, teilweise ungenaue Benennung der Sub-Aktivitäten; keine Unterscheidung zw. Sub-Aktivitäten und Methoden	Keine Ressourcenzuordnung; Keine Zeitplanung der Prozesselemente, Nutzung eines Scrum Board
	7	28 Prozesselemente: 4 Deliverables; 5 Ziele; 5 Phasen; 9 Sub-Aktivitäten; 5 Methoden	Benennung der Prozesselemente, teilweise ungenaue Benennung der Sub-Aktivitäten; keine Unterscheidung zw. Sub-Aktivitäten und Methoden	Keine Ressourcenzuordnung; Teilweise Zeitplanung der Prozesselemente

³⁹ Es musste eine Annahme über die Anzahl der Sub-Aktivitäten getroffen werden, da diese nicht eindeutig aus der Dokumentation des initialen SOLL-Prozesses hervorging

⁴⁰ S.o.

Bei der Analyse der genutzten **Prozesselemente** innerhalb der initialen SOLL-Prozesse fällt auf, dass die SOLL-Prozesse der Testgruppe tendenziell mehr Prozesselemente, als die der Kontrollgruppe beinhalten. Vor allem die Anzahl der Sub-Aktivitäten ist bei der Testgruppe höher. Jedoch haben alle Teams der Kontrollgruppe ebenfalls Methoden in ihren SOLL-Prozessen aufgeführt, wohingegen nur zwei der vier Teams der Testgruppe Methoden im initialen SOLL-Prozess berücksichtigen.

Der Vergleich der **Prozessbeschreibungen** ergibt, dass die Teams der Testgruppe überwiegend eine detaillierte Beschreibung der Sub-Aktivitäten haben, da sie hierfür die Daten aus dem Planungsworkshop genutzt haben. Im Gegensatz dazu wurden die Prozesselemente der Kontrollgruppe lediglich benannt und nicht weiter detailliert. In vielen Fällen wurden auch die unterschiedlichen Prozesselementtypen vermischt, so dass es keine ersichtliche Unterscheidung zwischen Deliverables, Sub-Aktivitäten und Methoden gab.

Die Analyse der **Ressourcen- und Zeitplanung** der Teams ergab, dass keines der Teams eine Ressourcenzuweisung vorgenommen hat. Bei der Zeitplanung gibt es sowohl in der Test-, als auch in der Kontrollgruppe Teams, die eine umfangreiche Zeitplanung erstellt haben und Teams, die keine Zeitplanung aufgestellt haben. Zudem haben drei der Teams ein Scrum Board für die Durchführung des SOLL-Prozesses genutzt, was bei zwei der Teams dazu geführt hat, dass keine detaillierte Zeitplanung aufgestellt wurde.

Zusammenfassend geht aus dem Vergleich der initialen SOLL-Prozesse hervor, dass die initialen SOLL-Prozesse der Testgruppe tendenziell umfangreicher sind und mehr Informationen zur Prozessdurchführung beinhalten. Zudem haben die Teams der Testgruppe zwischen unterschiedlichen Prozesselementtypen differenziert, was bei den Teams der Kontrollgruppe nur teilweise der Fall war. Hinsichtlich der Ressourcen- und Zeitplanung gibt es keine eindeutigen Unterschiede zwischen der Test- und der Kontrollgruppe.

6.1.4 Diskussion der Studie

In diesem Abschnitt werden die Anwendung des entwickelten Ansatzes im Live-Lab IP, sowie die Ergebnisse der Validierungsstudie im Live-Lab IP2019/20 diskutiert. Bei der Anwendung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für das Live-Lab IP war es möglich relevante Prozessmodule zu synthetisieren und mit Hilfe der Abhängigkeiten zu verknüpfen (Abschnitt 6.1.2.2). Aufgrund der Charakteristika des Live-Labs IP und aufgrund der verfügbaren Prozessdaten, konnte keine Kontextabhängigkeit der Prozessmodule ermittelt werden. Zudem sind die

verfügbaren Prozessdaten nicht ausreichend, um für die große Menge an Sub-Aktivitäten belastbare Prozessmuster zu identifizieren. Dementsprechend dienen die identifizierten Prozessmuster als Empfehlung und nicht als restriktive Vorgabe.

Die Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen konnte nur teilweise im Live-Lab IP 2019/20 angewendet werden (Abschnitt 6.1.2.3). Dies kann dadurch begründet werden, dass der Fokus der Anwendungsstudie im Live-Lab IP 2019/20 auf den Kernelementen der Methode lag. Zudem konnte durch die fehlende Kontextabhängigkeit nicht jeder Schritt der Methode ausgeführt werden. Das Kernelement der Methode, die Erstellung des initialen SOLL-Prozesses, wurde im Zuge eines Planungsworkshops je mit der Test- und der Kontrollgruppe durchgeführt. Hierbei kann nicht ausgeschlossen werden, dass manche Teams durch den Moderator unbeabsichtigt beeinflusst wurden. Den Teams der Testgruppe wurde während des Planungsworkshops der SOLL-Prozess Baukasten und ein instanzierter und konfigurierter SOLL-Prozess Vorschlag zur Verfügung gestellt. Der SOLL-Prozess Vorschlag hat jedoch nur Sub-Aktivitäten umfasst, es wurden keine Iterationen oder parallele Tätigkeiten berücksichtigt und eine ungefähre Ressourcenabschätzung hat gefehlt.

Bei der Evaluation des Ansatzes in Abschnitt 6.1.3 wurde zunächst die subjektive Einschätzung der Probanden zu den entwickelten SOLL-Prozessen erfragt. Die Teams der Testgruppe schätzten ihre SOLL-Prozesse hierbei als weniger realistisch, weniger robust und weniger flexibel als die Kontrollgruppe ein. Diese Einschätzung kann dadurch hervorgerufen worden sein, dass die Unterlagen zum SOLL-Prozess Baukasten und dem SOLL-Prozess Vorschlag sehr umfangreich und erschlagend waren. Dies kann dazu geführt haben, dass die Teams das Gefühl hatten, ihre SOLL-Prozesse seien zu überladen oder zu starr. Im Gegensatz dazu wurde die Qualität und der Informationsgehalt des initialen SOLL-Prozesses von den Probanden der Testgruppe verhältnismäßig besser als von den Probanden der Kontrollgruppe bewertet. Dies kann ebenfalls durch die umfangreichen Unterlagen zum SOLL-Prozess Baukasten und SOLL-Prozess Vorschlag begründet werden. Einige Probanden der Testgruppe haben bei der Teilnahme am Planungsworkshop bemängelt, dass der Workshop zu spät terminiert war und so einige Teams bereits Vorarbeiten zum SOLL-Prozess geleistet haben. Hierdurch entstand insbesondere bei einem Team der Testgruppe eine negative Stimmung, die einen Einfluss auf die Evaluation des SOLL-Prozesses gehabt haben kann. Der Vergleich der initialen SOLL-Prozesse in Abschnitt 6.1.3 ergab, dass die initialen SOLL-Prozesse der Testgruppe tendenziell umfangreicher sind und einen höheren Informationsgehalt

aufweisen. Diese Analyse deckt sich mit der vorigen Diskussion der Befragungsergebnisse. Eine Einflussgröße auf die initialen SOLL-Prozesse können Vorarbeiten der Teams gewesen sein, welche nicht gemessen werden konnten.

Durch die Evaluation des Ansatzes im Zuge einer Live-Lab Studie konnte die prinzipielle Realisierbarkeit des Ansatzes gezeigt werden. Zudem weisen die Ergebnisse darauf hin, dass der Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens zu einem umfangreicheren SOLL-Prozess mit einem höheren Informationsgehalt und somit auch einer höheren Prozessqualität führen kann. Dies muss jedoch in weiteren Studien untersucht werden.

6.2 Evaluation des entwickelten Ansatzes in Vorentwicklungsprojekten der AUDI AG

Basierend auf den Erkenntnissen der zuvor durchgeführten Anwendungsstudie im Live-Lab IP, wurde der Ansatz ebenfalls im Zuge einer Validierungsstudie mit automobilen Vorentwicklungsprojekten mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik (VE E/E) evaluiert. Hierfür wurden mehrere, aufeinander aufbauende Fallstudien bei der AUDI AG durchgeführt. Die hierfür genutzte Untersuchungsumgebung ist in Abschnitt 3.2.3 näher beschrieben. Die in diesem Abschnitt beschriebene Anwendungsstudie dient dem Nachweis der Anwendbarkeit und des Nutzens des entwickelten Ansatzes in der realen Unternehmenspraxis. Nachfolgend werden zunächst die durchgeführten Fallstudien, die Teil der Evaluation des Ansatzes sind vorgestellt. Anschließend wird die Realisierung und Anwendung des Ansatzes für automobilen Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik bei der AUDI AG beschrieben. Abschließend werden die Ergebnisse der Evaluation vorgestellt und diskutiert.

6.2.1 Beschreibung der Anwendungsstudien bei der AUDI AG

Die Validierungsstudie in der automobilen Vorentwicklung dient der vollumfänglichen Evaluation des entwickelten Ansatzes in einem realen Umfeld. Im Zuge dieser Validierungsstudie wurden insgesamt elf, teilweise aufeinander aufbauende Studien durchgeführt. Die einzelnen Studien wurden überwiegend mit Teilnehmern aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik (VE E/E) der AUDI AG durchgeführt. Ergänzend hierzu wurden zusätzliche Probanden aus anderen Bereichen der AUDI AG bzw. dem direkten Umfeld der AUDI AG für die Durchführung einiger Studien genutzt. Hierdurch sollte sichergestellt werden, dass alle notwendigen Informationen für die Realisierung des Ansatzes berücksichtigt werden. Zudem sollte überprüft werden, inwiefern der entwickelte Ansatz ebenfalls auf andere Bereiche übertragbar ist. Die einzelnen Studien und deren Zielsetzungen sind in Tabelle 6.4 aufgelistet und werden nachfolgend näher erläutert. Die ersten sechs Studien dienten der Identifikation

von Anforderungen an den Vorentwicklungsprozess und wurden während der Anwendung der ersten Methode des Vorgehensmodells durchgeführt. Die anschließenden drei Studien wurden während der Anwendung der zweiten Methode des Vorgehensmodells zur Entwicklung eines kontextspezifischen SOLL-Prozess Baukastens angewendet. Abschließend wurden zwei Anwendungsstudie durchgeführt, um die Nutzung des SOLL-Prozess Baukastens, wie in der dritten Methode des Vorgehensmodells beschrieben, zu evaluieren.

Wie aus Tabelle 6.4 hervorgeht, lag die Zielsetzung der ersten drei Studien auf der Identifikation und Evaluation von Problemen und Potentialen der methodischen Unterstützung von Vorentwicklungsprojekten bei der AUDI AG. Hierfür wurden zunächst Beobachtungen und Expertengespräche mit fünf Probanden in der VE E/E durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen der ersten Studie wurde eine umfangreiche Online-Umfrage, für eine detaillierte Analyse und Evaluation der Probleme und Potentiale des Vorentwicklungsprozesses in unterschiedlichen Vorentwicklungsabteilungen der AUDI AG konzipiert. Anschließend wurden zusätzliche Expertengespräche mit fünf Teilnehmern der Online-Umfrage durchgeführt, um zusätzliche Informationen zu erhalten. Weiterführend wurden drei Studien mit Prozessautoren der AUDI AG bzw. aus dem Umfeld der AUDI AG durchgeführt. Durch die Expertengespräche mit den Prozessautoren konnte Wissen und Erfahrungswerte zu den unterschiedlichen Vorentwicklungsprozessen gesammelt werden. Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten sechs Studien, wurden im Zuge der siebten Studie mehrere Expertenworkshops mit insgesamt fünf Teams und 25 Probanden aus der VE E/E durchgeführt. Die Expertenworkshops dienen der Konzipierung eines Referenzprozesses für die frühe Phase von Vorentwicklungsprojekten, welche als Datengrundlage für die Synthese von möglichen Prozessmodulen für den SOLL-Prozess Baukasten genutzt wurden. Bei der achten Studie wurde eine Detailanalyse der durchgeführten IST-Prozesse von drei Vorentwicklungsprojekten durchgeführt. Für das Explizieren der IST-Prozesse war es erforderlich mehrere Expertenworkshops mit den jeweiligen Entwicklern der VE E/E durchzuführen. Der Fokus dieser Studie lag auf der Analyse von Sub-Aktivitäten und Methoden zur Synthese von Prozessmodulen. Anschließend wurde eine weitere Studie mit zwölf Probanden der VE E/E durchgeführt, um die jeweiligen IST-Prozesse hinsichtlich der entwickelten Deliverables und entsprechenden Abhängigkeiten zu analysieren. Basierend auf den Ergebnissen dieser drei Studien konnte ein SOLL-Prozess Baukasten entwickelt werden. Im Zuge einer ersten Anwendungsstudie, welche als Vorstudie fungierte, konnte eine erste Evaluation des entwickelten Ansatzes durchgeführt werden. Basierend auf den Erkenntnissen dieser Studie wurden geringfügige Änderungen am realisierten Ansatz vorgenommen. Abschließend wurde eine um-

fangreiche Anwendungsstudie mit 21 Probanden aus unterschiedlichen Vorentwicklungsabteilungen der AUDI AG durchgeführt. Mit Hilfe von semistrukturierten Interviews und einer Papierbefragung, konnte der realisierte Ansatz evaluiert werden.

Tabelle 6.4: Studien für die Anwendung und Evaluation des entwickelten Ansatzes für automobiler Vorentwicklungsprojekte

ID	Fall	Probanden	Zielsetzung und Beschreibung	Methode
1	VE E/E AUDI AG	5 Probanden	Analyse der Anwendung von Methoden und Prozessen in automobilen Vorentwicklungsprojekten	Expertengespräche
2	VE AUDI AG	96 Probanden	Onlineumfrage zu Herausforderungen und Potentialen des Vorentwicklungsprozesses	Online-Umfrage, Datenanalyse
3	VE AUDI AG	5 Probanden	Gespräche mit Teilnehmer der Onlineumfrage, um zusätzliche Informationen zu den Problemen des Vorentwicklungsprozesses zu erhalten	Expertengespräche
4	AUDI AG	6 Probanden	Wissensaustausch zum Vorentwicklungsprozess mit mehreren Prozessautoren, die im Bereich Vorentwicklung und/oder Prozessmanagement tätig sind	Expertengespräche
5	VW PKW	1 Proband		Expertengespräch
6	Porsche AG	2 Probanden		Expertengespräche
7	VE E/E AUDI AG	5 Teams 25 Probanden	Konzipierung von möglichen Referenzprozessen für die frühe Phase von Vorentwicklungsprojekten durch Projektleiter der VE E/E	Expertenworkshops, Datenanalyse
8	VE E/E AUDI AG	3 Probanden	Analyse von Sub-Aktivitäten und Methoden der durchgeführten IST-Prozesse zur Synthese von Prozessmodulen für einen SOLL-Prozess Baukasten für die VE E/E	Expertenworkshops, retrospektives Protokoll, Datenanalyse der IST-Prozesse
9	VE E/E AUDI AG	12 Probanden	Analyse von Deliverables und Abhängigkeiten der durchgeführten IST-Prozesse zur Synthese von Prozessmodulen und Abhängigkeiten für einen SOLL-Prozess Baukasten für die VE E/E	Expertenworkshops, Fragebogen, retrospektives Protokoll, Datenanalyse der IST-Prozesse
10	VE E/E AUDI AG	6 Probanden	Vorstudie zur Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens in der VE E/E	Anwendungsstudie, Befragung (Offline)
11	VE AUDI AG	21 Probanden	Anwendungsstudie zur Evaluation des Ansatzes in der VE mit Schwerpunkt auf E/E	Anwendungsstudie, „Denke laut“ Methode, semistrukturierte Interviews, Befragung (Offline)

6.2.2 Realisierung und Anwendung des Ansatzes für Vorentwicklungsprojekte der AUDI AG

Wie bereits erläutert wurde der entwickelte Ansatz für Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt E/E der AUDI AG vollständig realisiert und angewendet, um so eine Evaluation des Ansatzes zu ermöglichen. Wie in Abbildung 6.1 dargestellt, wurde zunächst die Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse aus Abschnitt 5.2.1 durchgeführt. Basierend auf den identifizierten Anforderungen wurde anschließend die Methode zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen aus Abschnitt 5.2.2 angewendet. Nachfolgend wurde in der Vorentwicklung der AUDI AG eine Anwendungsstudie zur Evaluation des Ansatzes und zur Quantifizierung dessen Nutzens durchgeführt. Hierfür wurde die Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen aus Abschnitt 5.2.3 angewendet. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Realisierung und Anwendung der einzelnen Methoden näher erläutert.

6.2.2.1 Anwendung der Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse für automobiler Vorentwicklungsprojekte

Im Zuge der Realisierung und Anwendung des entwickelten Ansatzes wurde zunächst die Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse aus Abschnitt 5.2.1 angewendet. In Abbildung 6.14 ist dargestellt, wie die Methode in diesem Anwendungsfall durchgeführt wurde. Nachfolgend werden die einzelnen Aspekte der Durchführung näher erläutert.

Überblick über Aufgabenstellung, Umfeld und Stakeholder: Zu Beginn der Methode wurde die Aufgabenstellung zur Konzipierung eines Entwicklungsprozesses für Vorentwicklungsprojekte mit dem verantwortlichen Management abgestimmt und ein initiales Zielsystem aufgestellt. Anschließend wurde ein Kontext-Modell entwickelt, um das Prozessumfeld beschreiben zu können. Mit Hilfe geeigneter Kontext-Faktoren konnte das Prozessumfeld charakterisiert werden. Anschließend wurde eine Stakeholder Analyse durchgeführt, um die beteiligten Rollen und Verantwortlichkeiten des Vorentwicklungsprozesses zu identifizieren. Zudem wurde die Persona Methode genutzt, um unterschiedliche Typen von Prozessnutzern zu beschreiben.

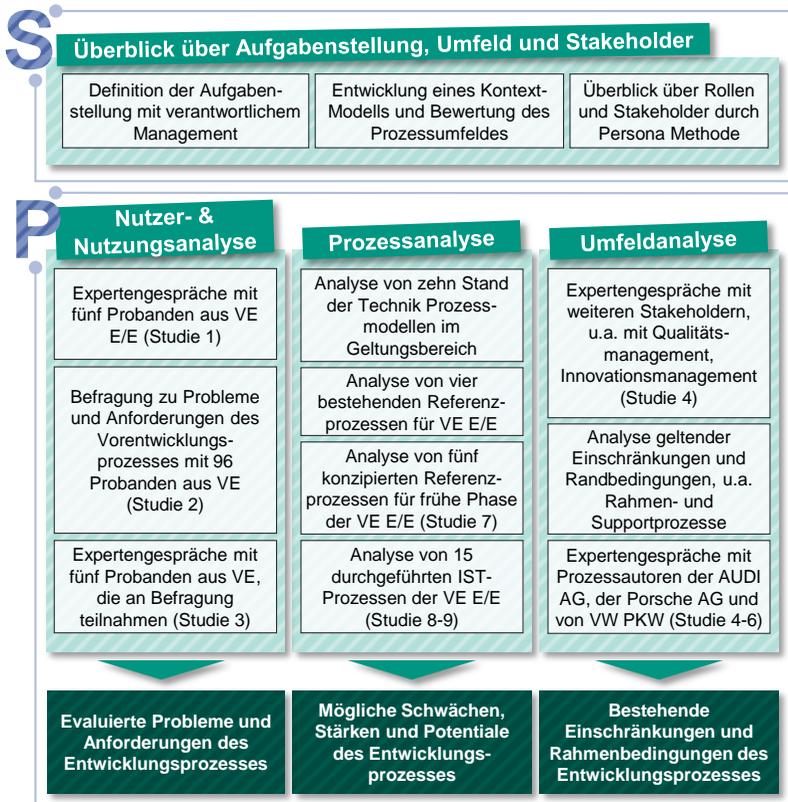


Abbildung 6.14: Durchführung der Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse für automobiler Vorentwicklungsprojekte der AUDI AG

Nutzer- und Nutzungsanalyse: Basierend auf den zuvor identifizierten Nutzergruppen, wurden Expertengespräche mit fünf Probanden in der VE E/E durchgeführt (Studie 1 in Tabelle 6.4). Hierdurch konnten Probleme, Herausforderungen und Anforderungen an einen Vorentwicklungsprozess identifiziert werden. Für die Verifikation dieser Probleme, Herausforderungen und Anforderungen wurde eine umfangreiche Befragung mit insgesamt 96 Probanden aus unterschiedlichen Vorentwicklungsabteilungen durchgeführt (Studie 2 in Tabelle 6.4). Eine detaillierte

Ausführung dieser Studie und der gewonnenen Erkenntnisse ist in Kapitel 4 beschrieben. Aufgrund der Befragung haben sich fünf der Probanden gemeldet, die für ein ergänzendes Expertengespräch zur Verfügung gestanden sind (Studie 3 in Tabelle 6.4). Mit Hilfe dieser drei Studien konnten Probleme und Anforderungen des Vorentwicklungsprozesses identifiziert und verifiziert werden. Die nachfolgenden Anforderungen wurden als besonders wichtig von den Probanden bewertet:

- Der Vorentwicklungsprozess soll Iterationen und agile Arbeitsweisen unterstützen.
- Der Vorentwicklungsprozess soll Best Practices, Anleitungen und Methoden umfassen.
- Der Vorentwicklungsprozess soll Projekt(kontext-)spezifische Aktivitäten beinhalten.
- Der Vorentwicklungsprozess muss eine methodische Unterstützung des Projektleiters darstellen und darf keine unnötige Zusatzbelastung sein.
- Der Vorentwicklungsprozess soll nicht in einem zusätzlichen IT-Tool realisiert werden.

Prozessanalyse: Bei der Prozessanalyse wurden mehrere Untersuchungen von unterschiedlichen Prozessmodellen durchgeführt. Zunächst stand die Analyse der bestehenden vier Referenzprozesse für die VE E/E im Vordergrund. Diese Prozesse wurden mit zehn Prozessmodellen aus dem Stand der Technik verglichen, um so inhaltliche und strukturelle Unterschiede zu identifizieren. Durch die Analyse der fünf konzipierten Referenzprozesse für die frühe Phase der VE E/E konnten zudem die Vorschläge und Impulse von Entwicklern miteinbezogen werden (Studie 7 in Tabelle 6.4). Zusätzlich wurden 15 durchgeführte IST-Prozesse analysiert, um so einen Abgleich zwischen den vorgegebenen Prozessmodellen und den tatsächlich durchgeführten Prozessen zu machen (Studie 8-9 in Tabelle 6.4). Aus der Prozessanalyse ergaben sich folgende Erkenntnisse:

- Der Geltungsbereich der analysierten Referenzprozesse ist nicht eindeutig beschrieben, wodurch es dazu kommen kann, dass ein Referenzprozess für Projekte außerhalb seines Geltungsbereiches angewendet wird.
- Die Referenzprozesse umfassen keine Adaptionsmöglichkeiten für den jeweiligen Projektleiter.
- Je nach Entwicklungsprojekt gibt es größere oder kleinere Abweichungen zwischen dem durchgeführten IST-Prozess und dem Referenzprozess.
- Der Referenzprozess birgt wenig Flexibilität für Iterationen oder agile Arbeitsweisen.

Umfeldanalyse: Bei der Umfeldanalyse wurden zunächst Expertengespräche mit zusätzlichen Stakeholdern des Vorentwicklungsprozesses durchgeführt. Hierzu zählten beispielsweise das zentrale Innovationsmanagement der AUDI AG, sowie das Qualitäts- und Risikomanagement der VE E/E (Teil der Studie 4 in Tabelle 6.4). Zudem wurden geltende Rahmenbedingungen und Restriktionen, wie beispielsweise Rahmen- und Supportprozesse analysiert. Ergänzend dazu konnten durch Expertengespräche mit Prozessautoren vergleichbarer Prozesse zusätzliches Wissen und Erfahrungswerte, sowie Best Practices und Lessons Learned gesammelt werden (Studie 4-6 in Tabelle 6.4). Aus der Umfeldanalyse ergaben sich die folgenden Erkenntnisse:

- Der Vorentwicklungsprozess muss zertifizierbar sein und zertifiziert werden.
- In anderen Fachbereichen bzw. Organisationseinheiten gibt es vergleichbare Anforderungen der Prozessnutzer.
- Der Vorentwicklungsprozess muss kompatibel mit bestehenden Rahmen- und Supportprozessen, wie z.B. dem Budgetprozess oder Einkaufsprozess sein.
- Für die Qualitätssicherung und Risikominimierung ist es erforderlich, dass bestimmte Prozesselemente des Vorentwicklungsprozesses von allen Projekten im Geltungsbereich zu einem definierten Zeitpunkt durchgeführt wurden. Dies muss steuerbar und kontrollierbar sein.

Aus den beschriebenen Untersuchungen ergibt sich also der Bedarf für einen flexiblen Entwicklungsprozess, der eine Adaption an das jeweilige Entwicklungsprojekt erlaubt und unterstützt, aber auch verpflichtende Prozesselemente umfasst. Um dies zu realisieren hat sich der Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens angeboten. Hierbei war es jedoch wichtig, dass der SOLL-Prozess Baukasten für den Prozessnutzer eine methodische Unterstützung darstellt und nicht als Belastung angesehen wird. Daher wurde das in Abschnitt 5.1 vorgestellte Modell des SOLL-Prozess Baukastens für diesen Anwendungsfall in einer reduzierten Form genutzt. In Abbildung 6.15 ist die kontextspezifische Gestaltung des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte bei der AUDI AG dargestellt. Der SOLL-Prozess Baukasten umfasst lediglich vier Typen von Prozessmodulen, um die Komplexität der späteren SOLL-Prozess Vorschläge zu reduzieren. Zudem fokussiert sich die Kontextabhängigkeit vorwiegend auf die übergeordneten Prozessmodultypen Ziele und Deliverables. Außerdem ist es möglich Muss-Prozessmodule zu definieren, um den Anforderungen des Qualitäts- und Risikomanagements gerecht zu werden.

Geltungsbereich des SOLL-Prozess Baukastens: Vorentwicklung Audi mit Schwerpunkt E/E

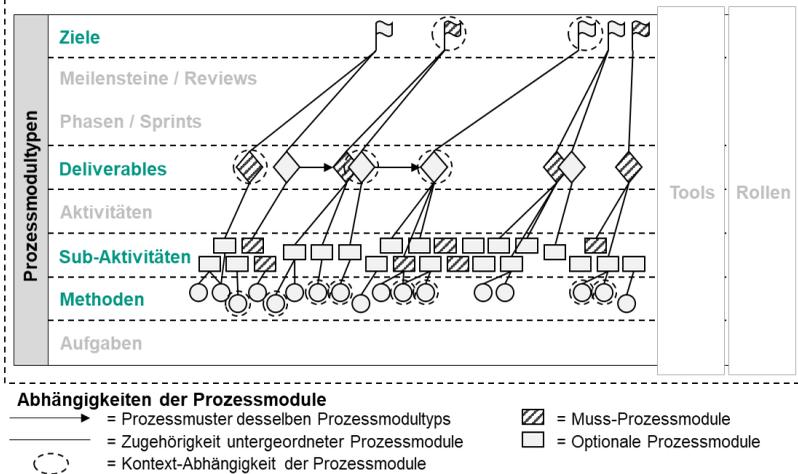


Abbildung 6.15: Kontextspezifische Gestaltung des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte bei der AUDI AG

Ausgehend von dem in Abbildung 6.15 dargestellten Gerüst des SOLL-Prozess Baukastens werden nun im nachfolgenden Abschnitt die erforderlichen Inhalte des SOLL-Prozess Baukastens ermittelt.

6.2.2.2 Anwendung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte

In Abbildung 6.16 ist ein Überblick über die Durchführung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik bei der AUDI AG dargestellt. Ausgangsbasis für die Entwicklung des SOLL-Prozess Baukastens sind die zuvor identifizierten Anforderungen an den Entwicklungsprozess.



Abbildung 6.16: Durchführung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik bei der AUDI AG

Im ersten Schritt der Methode wurde der **Geltungsbereich definiert und der Entwicklungskontext charakterisiert**⁴¹. Hierfür wurde das in Abschnitt 6.2.2.1 entwickelte und bewertete Kontext-Modell für die Charakterisierung des Prozessumfeldes genutzt. Hierbei konnte ein Großteil der relevanten Kontext-Faktoren, z.B. Branche, Unternehmensgröße oder verfügbare IT-Tools, für alle Projekte im Geltungsbereich mit der gleichen Ausprägung bewertet werden (1.a.). Jedoch ergab sich ebenfalls eine Heterogenität der Vorentwicklungsprojekte im Geltungsbereich. Diese Heterogenität wurde im Zuge der Studie 2 aus Tabelle 6.4 untersucht und bereits in Abschnitt 4.3 umfangreich beschrieben. Hieraus ergaben sich acht Kontext-Faktoren, deren Ausprägungen von Entwicklungsprojekt zu Entwicklungsprojekt mehr oder weniger stark variieren (1.b.). Zu diesen acht Faktoren zählen das zentrale Endergebnis, die jeweiligen Entwicklungsumfänge, der Fachbereich, das kumulierte Projektbudget, sowie die Anzahl der internen Projektmitarbeiter, die Anzahl der beteiligten Abteilungen, die Anzahl der externen Parteien und die Arbeitserfahrung in der Vorentwicklung⁴². Diese Kontext-Faktoren weisen unterschiedliche Ausprägungen für die Projekte im Geltungsbereich des SOLL-Prozess Baukastens auf und können daher relevant für die spätere Quantifizierung der Kontextabhängigkeit sein.

Im zweiten Schritt der Methode wurden die **relevanten Prozesselemente** für den SOLL-Prozess Baukasten **identifiziert**. Hierbei wurden analog zur zuvor durchgeführten Methode unterschiedliche Prozessmodelle untersucht, wobei das Ziel in diesem Fall die inhaltliche Analyse und Synthese relevanter Prozesselemente ist und nicht die Identifikation von Schwächen und Stärken der Prozessmodelle. Da der SOLL-Prozess Baukasten vier Typen von Prozessmodulen umfasst, wurden diese zunächst getrennt voneinander untersucht und synthetisiert. Demnach wurden zuerst relevante Ziele für Vorentwicklungsprojekte quantifiziert, um anschließend relevante Deliverables zu synthetisieren. Weiterführend wurden relevante Sub-Aktivitäten und geeignete Methoden für den SOLL-Prozess Baukasten identifiziert. Die Identifikation der relevanten Prozesselemente wird nachfolgend für die vier Prozessmodule erläutert und die identifizierten Prozessmodule werden beschrieben.

Für die Identifikation **relevanter Ziele** für Vorentwicklungsprojekte konnten einerseits Informationen aus den im vorigen Abschnitt durchgeführten Studien genutzt werden und andererseits wurden hierfür Meta-Modelle aus dem Stand der Technik analysiert. Hieraus ergaben sich sehr unterschiedliche Zielsetzungen, die sich sowohl auf inhaltliche, aber auch auf prozessuale Aspekte bezogen. In diesem Fall wurden nur die inhaltlichen Ziele weiter betrachtet. Viele der inhaltlichen Ziele waren

⁴¹ Wissenschaftliches Gespräch im Zuge der Abschlussarbeit Brehl, C. (2019)

⁴² Vgl. Abschnitt 4.3

jedoch projektspezifisch oder sehr feingranular. Daher war es notwendig übergeordnete Projektziele zu synthetisieren, die auf oberster Ebene für mehrere Projekte gültig sind. Durch eine Analyse unterschiedlicher Meta-Modelle, wie Design Thinking, konnten drei übergeordnete Ziele für Vorentwicklungsprojekte identifiziert werden. Diese Ziele sind die Nachweise der technischen Machbarkeit, der wirtschaftlichen Machbarkeit und der Kunden Erwünschtheit⁴³, bzw. des Kundennutzens. Diese drei Ziele können je nach Entwicklungsprojekt stärker oder weniger stark gewichtet werden, spielen jedoch eine wichtige Rolle für den erfolgreichen Abschluss eines Vorentwicklungsprojektes.

Für die Identifikation von **relevanten Deliverables**⁴⁴ für den SOLL-Prozess Baukasten wurden zunächst die bestehenden Referenzprozesse in der Vorentwicklung analysiert und die darin beschriebenen Arbeitsergebnisse synthetisiert (2.b.). Diese Deliverables wurden nun mit Hilfe einer Mindmap hierarchisch strukturiert und basierend auf Erfahrungswerten aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik mit weiteren Deliverables angereichert. Hierdurch wurden insgesamt 201 mögliche Deliverables für Vorentwicklungsprojekte generiert. Um nun die relevanten Deliverables zu synthetisieren wurden insgesamt zwölf Expertenworkshops mit Projektleitern der VE E/E im Zuge von Studie 9 aus Tabelle 6.4 durchgeführt (2.a.). Während der Expertenworkshops sollten die Teilnehmer die Deliverables auswählen, die sie während ihres Vorentwicklungsprojektes entwickelt haben. Die ausgewählten Deliverables sollten anschließend von den Projektleitern präzisiert werden und chronologisch angeordnet werden. Hierdurch wurden nicht nur relevante Deliverables der Vorentwicklungsprojekte, sondern ebenfalls Prozessmuster und Iterationen der Deliverables identifiziert (3.a.). Durch eine Charakterisierung des jeweiligen Vorentwicklungsprojektes konnten ebenfalls Daten für die spätere Bewertung der Kontextabhängigkeit der Deliverables erhoben werden (3.c.). Somit konnten insgesamt 94 relevante Deliverables⁴⁵ für Vorentwicklungsprojekte synthetisiert werden. Da die Sammlung der Deliverables sehr umfangreich ist, wurden die Deliverables hierarchisch in zwei Ebenen unterteilt. Daraus ergaben sich 23 übergeordnete Deliverables und 71 Sub-Deliverables, die den übergeordneten Deliverables zugeordnet wurden. Die übergeordneten 23 Deliverables sind nachfolgend in Tabelle 6.5 aufgelistet.

⁴³ engl. desirability

⁴⁴ Wissenschaftliches Gespräch im Zuge der Abschlussarbeit Brehl, C. (2019)

⁴⁵ Eine Auflistung und Beschreibung der 94 Deliverables für automobiler Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik befindet sich im Anhang

Tabelle 6.5: Übergeordneten Deliverables des SOLL-Prozess Baukastens für Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik

ID	Deliverables	ID	Deliverables
1	VE-Themenmeldung	13	Zielsystem
2	Projektsteckbrief	14	Projektplanung
3	Validiertes System in Development	15	Projektressourcen
4	Wissen über Anbieter	16	Lieferant/Beauftragung
5	Wissen über Kunden	17	Prototypische Umsetzung
6	Wissen über Wettbewerber	18	Technisches (Grob-)Konzept
7	Wissen über Anwender	19	Referenzsystem
8	Wissen über interne Stakeholder	20	Verifiziertes System in Development
9	Kostenabschätzung	21	Technische Lösungsidee
10	Business Case	22	Systemintegration / Gesamtsystem
11	Geschäftsmodell	23	Patent
12	Marktabschätzung		

Für die **Identifikation relevanter Sub-Aktivitäten** für den SOLL-Prozess Baukastens wurden die Sub-Aktivitäten diverser Prozessmodelle detailliert analysiert und verglichen. Für diesen Vergleich wurden zuerst die Sub-Aktivitäten von vier unternehmensspezifischen Referenzprozessen für Vorentwicklungsprojekte (2.b.) und von zehn Meta-Modellen aus der Literatur (2.c.) analysiert. Zudem wurden die Sub-Aktivitäten von drei IST-Prozessen der VE E/E (2.a.) und von fünf konzipierten Referenzprozessen für die frühe Phase von Vorentwicklungsprojekten in der E/E (2.b.) analysiert. Die untersuchten Prozessmodelle sind in Tabelle 6.6 aufgelistet. Aus den 22 analysierten Prozessmodellen ergaben sich insgesamt 794 Sub-Aktivitäten. Durch den Vergleich der Sub-Aktivitäten konnten letztendlich 208 relevante Sub-Aktivitäten⁴⁶ für Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt E/E synthetisiert werden. Für jede dieser Sub-Aktivitäten wurde analysiert in welchen der untersuchten Prozessmodellen sie zum Einsatz kommen, um so deren Einsatzhäufigkeit zu ermitteln.

⁴⁶ Eine Auflistung der 208 Sub-Aktivitäten für automobiler Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik befindet sich im Anhang

Tabelle 6.6: Untersuchte Prozessmodelle für die Identifikation relevanter Sub-Aktivitäten für den SOLL-Prozess Baukasten für automobiler Vorentwicklungsprojekte

ID	Bezeichnung des Prozessmodells	Typ des Prozessmodells	Anzahl Sub-Aktivitäten
PM1	V-Modell (VDI 2206)	Meta-Modell (VDI 2206, 2004)	19 Sub-Aktivitäten
PM2	VDI 2221	Meta-Modell (VDI 2221, 2019a)	9 Sub-Aktivitäten
PM3	Wasserfallmodell	Meta-Modell (Arndt <i>et al.</i> , 2009)	65 Sub-Aktivitäten
PM4	Scrum	Meta-Modell (Schwaber & Sutherland, 2011)	24 Sub-Aktivitäten
PM5	Sprint (von Google Ventures)	Meta-Modell (Knapp <i>et al.</i> , 2016)	48 Sub-Aktivitäten
PM6	Lean Startup	Meta-Modell (Ries, 2011)	13 Sub-Aktivitäten
PM7	Design Thinking	Meta-Modell (Meinel <i>et al.</i> , 2011)	36 Sub-Aktivitäten
PM8	iPeM – integriertes Produktentstehungsmodell	Meta-Modell (Albers <i>et al.</i> , 2016c)	84 Aktivitäten-Cluster
PM9	Prozessmodell für Potentialfindung	Meta-Modell (Wilmsen <i>et al.</i> , 2019b)	57 Sub-Aktivitäten
PM10	User-centered Design Prozess	Meta-Modell (DIN EN ISO 9241-210, 2010)	25 Sub-Aktivitäten
PM11	Reifegrad-Checkliste für VE-Projekte	Referenzprozess	42 Sub-Aktivitäten
PM12	Vorentwicklungsprozess E/E	Referenzprozess	58 Sub-Aktivitäten
PM13	Überarbeiteter Vorentwicklungsprozess E/E	Referenzprozess	72 Sub-Aktivitäten
PM14	Leitfaden für die frühe Phase von Vorentwicklungsprojekten bei E/E	Referenzprozess	31 Sub-Aktivitäten
PM15	VE-Projekt: Kundenfunktion bei E/E	IST-Prozess & SOLL-Prozess	45 Sub-Aktivitäten
PM16	VE-Projekt: Kundenfunktion bei E/E	IST-Prozess	54 Sub-Aktivitäten
PM17	VE-Projekt: HMI Konzept (UX/UI) bei E/E	IST-Prozess	30 Sub-Aktivitäten
PM18	Expertenworkshop Team 1	Konzipierter Referenzprozess	13 Sub-Aktivitäten
PM19	Expertenworkshop Team 2	Konzipierter Referenzprozess	16 Sub-Aktivitäten

PM20	Expertenworkshop Team 3	Konzipierter Referenzprozess	10 Sub-Aktivitäten
PM21	Expertenworkshop Team 4	Konzipierter Referenzprozess	16 Sub-Aktivitäten
PM22	Expertenworkshop Team 5	Konzipierter Referenzprozess	27 Sub-Aktivitäten

Für die Untersuchung der Einsatzhäufigkeit der Sub-Aktivitäten konnten lediglich die Sub-Aktivitäten von 21 der insgesamt 22 untersuchten Prozessmodelle genutzt werden. Grund hierfür ist, dass das Meta-Modell iPeM (PM8) keine Sub-Aktivitäten umfasst, sondern Aktivitäten-Cluster, die eine Kombination aus Problemlösungs- und Produktentstehungsaktivitäten darstellen. Einem solchen Aktivitäten-Cluster lassen sich mehrere Sub-Aktivitäten zuordnen. Daher konnten keine konkreten Sub-Aktivitäten dieses Prozessmodells für den Vergleich genutzt werden und für die nachfolgenden Schritte werden nur noch die verbleibenden 21 Prozessmodelle zu Grunde gelegt. In Abbildung 6.17 ist eine Verteilung der Einsatzhäufigkeit der Sub-Aktivitäten dargestellt. Die Abbildung gibt an, wie viele der Sub-Aktivitäten in x der Prozessmodelle eingesetzt wurden, wobei $x \in [1, 2, \dots, 21]$ gilt. Demnach wurden 69 der identifizierten Sub-Aktivitäten lediglich in einem der untersuchten Prozessmodelle angewendet. Im Gegensatz dazu gibt es nur eine Sub-Aktivität die in allen 21 untersuchten Prozessmodellen eingesetzt wurde. Zudem gibt es lediglich fünf Sub-Aktivitäten, die in mindestens zehn der Prozessmodelle eingesetzt wurden. Diese Darstellung verdeutlicht, dass zwar insgesamt 208 Sub-Aktivitäten für den SOLL-Prozess Baukasten identifiziert wurden, es jedoch nur wenige Sub-Aktivitäten gibt, die in der Mehrheit der untersuchten Prozessmodelle eingesetzt wurden.

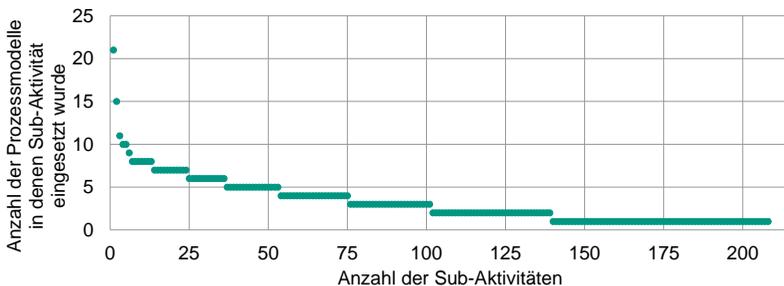


Abbildung 6.17: Anzahl der Sub-Aktivitäten (x-Achse), die in x Prozessmodellen (y-Achse) eingesetzt wurden mit $x \in [1, 2, \dots, 21]$

In Tabelle 6.7 werden die Sub-Aktivitäten aufgelistet, die in mindestens acht der untersuchten Prozessmodelle eingesetzt wurden. Die Sub-Aktivität Prototyp entwickeln wurde als einzige Sub-Aktivität in allen 21 Prozessmodellen eingesetzt. In 15 der Prozessmodelle wurde die Sub-Aktivität technische Lösungsideen generieren berücksichtigt. Weiterführend wurde die Sub-Aktivität prototypische Umsetzung verifizieren in elf Prozessmodellen eingesetzt. In zehn der Prozessmodelle wurden die Sub-Aktivitäten Projektergebnisse dokumentieren und technische Lösungsideen bewerten berücksichtigt. Aus der Auflistung geht hervor, dass es nicht sinnvoll ist, ausschließlich die am häufigsten eingesetzten Sub-Aktivitäten in den SOLL-Prozess Baukasten aufzunehmen, sondern dass zusätzliche Sub-Aktivitäten erforderlich sind. Daher wurden alle 208 identifizierten Sub-Aktivitäten als Prozessmodule für den SOLL-Prozess Baukasten eingesetzt. Inwiefern die einzelnen Sub-Aktivitäten jedoch relevant für ein jeweiliges Entwicklungsprojekt sind, wird im nächsten Schritt der Methode durch die Abhängigkeiten abgebildet.

Tabelle 6.7: Sub-Aktivitäten, die in mindestens acht der Prozessmodelle eingesetzt wurden

ID	Sub-Aktivität	Anzahl der Prozessmodelle
195	Prototyp entwickeln	21
147	Technische Lösungsideen generieren	15
75	Prototypische Umsetzung verifizieren (Proof of Concept durchführen)	11
83	Projektergebnisse dokumentieren	10
159	Technische Lösungsideen bewerten	10
2	Projektanforderungen analysieren	9
19	Initiale Projektplanung erstellen	8
47	Projektleiter festlegen	8
149	Technische Lösungsideen konkretisieren	8
153	Notwendige Systemarchitektur ermitteln	8
173	Technische Konzepte entwickeln	8
199	Kundengruppen analysieren	8
200	Anwendergruppen analysieren	8

Für die **Identifikation von relevanten Methoden**⁴⁷ für den SOLL-Prozess Baukasten wurden bestehende Methodensammlungen aus dem Stand der Technik (2.c.), sowie innerhalb des Unternehmens (2.b.) analysiert. Als Hauptquelle für die Methoden wurde jedoch der InnoFox (Albers *et al.*, 2015b) genutzt, da er über eine Vielzahl der erforderlichen Informationen für die Methodenbeschreibung verfügt. Hierzu wurden Methoden ergänzt, die bereits im Geltungsbereich des SOLL-Prozess Baukastens angewendet werden. Zusätzlich wurden punktuell Recherchen zu weiterführenden Methoden durchgeführt. Diese Recherchen wurden vorwiegend durchgeführt, um gezielt Methoden für Vorentwicklungsaktivitäten zu ermitteln, die eine methodische Unterstützung benötigen⁴⁸ und die noch nicht ausreichend durch die bestehende Methodensammlung abgedeckt wurden.

Im dritten Schritt der Methode werden die **Abhängigkeiten der Prozesselemente**⁴⁹ identifiziert. Wie in Abbildung 6.15 dargestellt umfasst der SOLL-Prozess Baukasten Prozessmuster der Deliverables, eine Kontextabhängigkeit der Ziele und Deliverables und die Zugehörigkeit der untergeordneten Prozessmodule wird für alle vier Prozessmodultypen realisiert.

Zunächst wurde die **Abhängigkeit der untergeordneten Prozesselemente** ermittelt (3.b.). So wurden die Beschreibungen der Deliverables genutzt, um eine Zuordnung zu den übergeordneten drei Zielen des SOLL-Prozess Baukastens durchzuführen. Hierbei war es möglich, dass ein Deliverable mehreren Zielen zugeordnet wird. Da der SOLL-Prozess Baukasten sowohl Deliverables, als auch Sub-Deliverables umfasst, wurde die bereits bekannte Abhängigkeit dieser Prozesselemente ebenfalls genutzt. Für die Zugehörigkeit der Sub-Aktivitäten zu den Deliverables wurde ebenfalls eine Analyse der Formulierung und Beschreibung der Deliverables und Sub-Aktivitäten durchgeführt. Hierdurch konnte bei fast allen Sub-Aktivitäten eine eindeutige Verknüpfung identifiziert werden. Für die Zuordnung der Methoden zu den Sub-Aktivitäten wurden die Methodenbeschreibungen analysiert, da diese oftmals bereits eine Zuordnung zu Entwicklungsaktivitäten aufweisen. Die identifizierten Abhängigkeiten wurden jeweils in Matrizen dokumentiert, um so eine spätere Nutzung für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen zu ermöglichen.

⁴⁷ Abschlussarbeit Weber, S.B. (2019) (Praxisbetreuung durch Wilmsen, M.)

⁴⁸ Siehe Abbildung 4.3. Untersuchte Vorentwicklungsaktivitäten bei der AUDI AG und Anteil der Befragten (n=90) die bei der Durchführung der jeweiligen Vorentwicklungsaktivitäten eine methodische Unterstützung benötigen oder methodische Probleme haben

⁴⁹ Wissenschaftliches Gespräch im Zuge der Abschlussarbeit Brehl, C. (2019)

Für die Identifikation der **Kontextabhängigkeit** (3.c.) wurden zunächst die drei Ziele, die selbst Teil des SOLL-Prozess Baukastens sind als relevante Kontext-Faktoren identifiziert. Dementsprechend wählt der Projektleiter zu Beginn der Projektplanung selbst die für ihn relevanten Ziele aus. Für die Ermittlung der Kontextabhängigkeit der Deliverables wurden die Ergebnisse der neunten Studie in Tabelle 6.1 genutzt, um eine Verknüpfung zwischen den Kontext-Faktoren, die in Schritt 1.b. dieser Methode identifiziert wurden, und den Deliverables zu ermitteln. Durch die Analyse der Ergebnisse war es möglich die Abhängigkeit der Deliverables von den beiden Kontext-Faktoren zentrales Endergebnis und Entwicklungsumfänge zu quantifizieren. Da es lediglich möglich war zwölf IST-Prozesse als Datengrundlage für die Kontextabhängigkeit zu nutzen, wurde von der Berücksichtigung weiterer Kontext-Faktoren abgesehen. Jedoch wurden zusätzliche Faktoren zur Beschreibung von Entwicklungssituationen quantifiziert, welche für die spätere Adaption der Sub-Aktivitäten und Methoden des SOLL-Prozesses genutzt werden können. Hierbei wurden vorwiegend Faktoren gewählt, die bereits durch die Beschreibung des Anwendungsbereichs einzelner Methoden abgebildet werden, wie beispielsweise die Teilnehmerzahl, verfügbare Hilfsmittel oder die Durchführungszeit.

Für die Identifikation der **Prozessmuster** (3.a.) der Deliverables wurden ebenfalls die Ergebnisse der neunten Studie in Tabelle 6.1 genutzt. Im Zuge der hierbei durchgeführten Expertenworkshops wurden durchgeführte IST-Prozesse rekonstruiert, um so die zeitliche Abfolge der unterschiedlichen Deliverables zu ermitteln. Hierfür wurde die in 5.2.2 beschriebene Vorgehensweise zur Identifikation von Prozessmustern angewendet. Die dadurch quantifizierten Prozessmuster der Deliverables wurden anschließend in Muss-Vorgänger, Iterationen und Gewohnheiten unterteilt.

Alle identifizierten Prozessmodule und Abhängigkeiten des SOLL-Prozess Baukastens wurden mit Hilfe von Excel erfasst, um eine leichte Zugänglichkeit für die nachfolgende Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und Adaption von SOLL-Prozessen zu gewähren.

6.2.2.3 Anwendung der Methode zur Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen für automobile Vorentwicklungsprojekte

Aufbauend auf dem zuvor entwickelten SOLL-Prozess Baukasten wurde nun die Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen für automobile Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik realisiert. Die in Abschnitt 5.2.3 beschriebene Methode wurde zunächst in einer Vorstudie mit sechs Probanden aus der VE E/E angewendet (Studie 10 in Tabelle 6.4). Anschließend wurde die

Methode im Zuge einer umfangreicheren Anwendungsstudie mit insgesamt 21 Probanden evaluiert (Studie 11 in Tabelle 6.4). Von den 21 Probanden waren elf Probanden aus der VE E/E und die zehn weiteren Probanden waren aus unterschiedlichen Fachbereichen der technischen Entwicklung, wie Fahrwerk und automatisiertes Fahren, Karosserie, Antrieb und Fahrzeugkonzepte. In Abbildung 6.18 ist dargestellt, wie die Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen für automobiler Vorentwicklungsprojekte realisiert wurde. Für die Anwendung der Methode durch die jeweiligen Projektleiter aus der Vorentwicklung, wurde eine prototypische Umsetzung eines IT-Tools mit Hilfe von Excel realisiert. Ziel der prototypischen Umsetzung des IT-Tools war eine reibungslose Anwendung der Methode. Die Anwendungsstudie wurde mit Hilfe des prototypischen IT-Tools durchgeführt, wobei die Bedienoberfläche explizit nicht in die Bewertung einfließen sollte. Nachfolgend wird die Durchführung der fünf Schritte der Methode aus Abbildung 6.18 näher beschrieben.

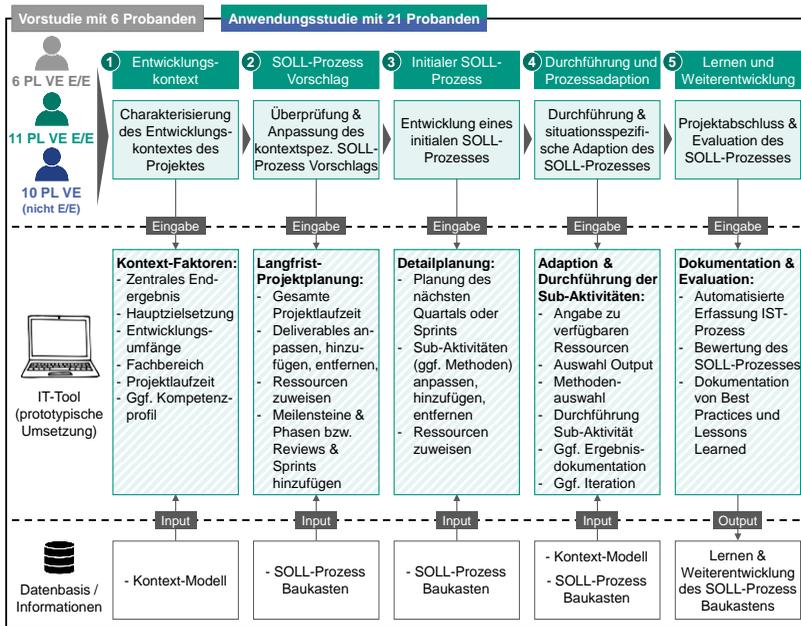


Abbildung 6.18: Durchführung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration eines SOLL-Prozess Vorschlags und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen für automobiler Vorentwicklungsprojekte

Im ersten Schritt der Methode ist es erforderlich den **Entwicklungskontext** des VE-Projektes zu charakterisieren. Grundlage hierfür sind die relevanten Kontext-Faktoren des Kontext-Modells, deren Ausprägungen einen Einfluss auf die Gestalt des SOLL-Prozess Vorschlags haben. Während der Anwendung der Methode bewerten die Projektleiter die Kontext-Faktoren zentrales Endergebnis, Hauptzielsetzung, Entwicklungsumfänge, sowie Fachbereich, Projektlaufzeit und konnten optional ein Kompetenzprofil auswählen. Basierend auf dieser Eingabe instanziierte und konfigurierte das prototypische IT-Tool einen **kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlag**. Als Datengrundlage für die Instanziierung und Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags wurden die in Tabelle 6.8 aufgeführten Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens zu Grunde gelegt. Aufgrund der hohen Anzahl an instanziierten Prozessmodulen des kontextspezifischen SOLL-Prozess Vorschlags wird dem Projektleiter im zweiten Schritt der Methode zunächst eine Langfrist-Projektplanung bereitgestellt. Diese Langfrist-Projektplanung bildet den gesamten Projektverlauf ab und umfasst lediglich Deliverables und Sub-Deliverables. Der Projektleiter kann die einzelnen Deliverables und Sub-Deliverables entsprechend der vorgegebenen Freiheitsgrade anpassen, hinzufügen oder entfernen. Zudem kann der Projektleiter Ressourcen zuweisen und je nach Bedarf Meilensteine und Phasen bzw. Reviews und Sprints einplanen. Durch diese Anpassung des SOLL-Prozess Vorschlags wird im dritten Schritt der Methode der **initiale SOLL-Prozess** erstellt. Neben der bereits angepassten Langfrist-Planung dient eine Detailplanung des nächsten Quartals oder Sprints dem Projektleiter als Planungsgrundlage. In der Detailplanung werden neben den relevanten Deliverables und Sub-Deliverables ebenfalls zugehörige Sub-Aktivitäten und Methodenkategorien dargestellt. Hier kann der Projektleiter ebenfalls entsprechend der Freiheitsgrade die unterschiedlichen Prozesselemente des SOLL-Prozesses anpassen, entfernen oder hinzufügen, sowie erforderliche Ressourcen zuweisen. Bei der anschließenden **Durchführung** des Vorentwicklungsprojektes wird ebenfalls eine kontinuierliche **Prozessadaption** realisiert. Hierfür wird dem Projektleiter für die Durchführung einer Sub-Aktivität ein standardisiertes Formular mit erforderlichen Informationen zur Durchführung der Sub-Aktivität bereitgestellt. Durch die Angabe von verfügbaren Ressourcen und dem SOLL-Output der Sub-Aktivität wird diese an die Entwicklungssituation adaptiert. Zudem werden dem Projektleiter basierend auf der Entwicklungssituation geeignete Methoden vorgeschlagen. Basierend auf den verfügbaren Informationen kann der Projektleiter nun die Sub-Aktivität durchführen und optional die Ergebnisse bzw. den IST-Output der Sub-Aktivität dokumentieren oder verlinken. Um die Sub-Aktivität abzuschließen muss der Projektleiter angeben, ob der IST-Output dem gewünschten SOLL-Output

der Sub-Aktivität entspricht. Insofern es eine unzufriedenstellende Abweichung zwischen dem IST- und dem SOLL-Output gibt, wird der Projektleiter bei der Auswahl und Einplanung einer geeigneten Iteration unterstützt. Nach erfolgreicher Durchführung der Sub-Aktivitäten wird der durchgeführte IST-Prozess automatisiert erstellt, um so ein Tracking des Projektfortschrittes zu ermöglichen. Somit liegt beim **Projektabschluss** ein dokumentierter IST-Prozess vor und der Projektleiter kann Best Practices und Lessons Learned ableiten. Durch eine Bewertung des SOLL-Prozesses kann der SOLL-Prozess Baukasten weiterentwickelt werden.

Tabelle 6.8: Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik

Prozessmodultyp	Anzahl Prozessmodule	Adaptierbarkeit der Prozessmodule durch den Projektleiter
Ziele	3	Der Projektleiter kann zwischen drei Hauptzielsetzungen des Vorentwicklungsprojektes wählen
Meilensteine & Reviews	Nicht berücksichtigt	Meilensteine & Reviews sind nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens, können aber vom Projektleiter eigenständig hinzugefügt werden
Phasen & Sprints	Nicht berücksichtigt	Phasen & Sprints sind nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens, können aber vom Projektleiter eigenständig hinzugefügt werden
Deliverables & Sub-Deliverables	23 & 71	Deliverables können vom Projektleiter hinzugefügt, adaptiert oder entfernt werden
Aktivitäten	Nicht berücksichtigt	Aktivitäten sind nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens, können aber vom Projektleiter eigenständig hinzugefügt werden
Sub-Aktivitäten	208	Sub-Aktivitäten können vom Projektleiter hinzugefügt, adaptiert oder entfernt werden
Methoden	>100	Methoden können vom Projektleiter hinzugefügt, adaptiert oder entfernt werden
Aufgaben	Nicht berücksichtigt	Aufgaben sind nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens, können aber vom Projektleiter eigenständig hinzugefügt werden
Tools	Nicht berücksichtigt	Tools sind nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens, können aber vom Projektleiter eigenständig hinzugefügt werden
Rollen	Nicht berücksichtigt	Rollen sind nicht Teil des SOLL-Prozess Baukastens, können aber vom Projektleiter eigenständig hinzugefügt werden

6.2.3 Evaluation des Ansatzes für Vorentwicklungsprojekte der AUDI AG

Basierend auf der in den vorigen Abschnitten beschriebenen Realisierung und Anwendung des Ansatzes für automobiler Vorentwicklungsprojekte mit Schwerpunkt Elektrik / Elektronik, wird in diesem Abschnitt der Ansatz evaluiert. Für die Evaluation wurde eine Befragung der Probanden der Vorstudie⁵⁰ und der Anwendungsstudie durchgeführt. Die Ergebnisse dieser beiden Studien werden nachfolgend ausgeführt.

Im Anschluss an die Anwendung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen im Zuge eines Experteninterviews wurde eine Befragung der Probanden durchgeführt. An der Befragung im Zuge der Vorstudie nahmen sechs Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik teil. An der Anwendungsstudie nahmen insgesamt 21 Probanden teil, wovon elf Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik waren und zehn Probanden aus anderen Vorentwicklungsabteilungen der technischen Entwicklung kamen. Die Befragungsergebnisse sind in Abbildung 6.19 dargestellt. In den sieben Diagrammen der Abbildung wird je angezeigt, wie viele der Probanden der jeweiligen Aussage⁵¹ zugestimmt haben. Hierfür wurde eine vierstufige Likert-Skala genutzt (Likert, 1932). Es wird für jede Ausprägung der Likert-Skala prozentual angegeben, wie viele der Probanden die jeweilige Ausprägung ausgewählt haben. Zudem ist in den Diagrammen der jeweilige Mittelwert der Zustimmung angegeben.

⁵⁰ Die Vorstudie wurde im Zuge der Abschlussarbeiten von Brehl, C. und Weber, S.B. bei der AUDI AG durchgeführt

⁵¹ Der Originallaut der Fragen der semistrukturierten Experteninterviews befindet sich im Anhang

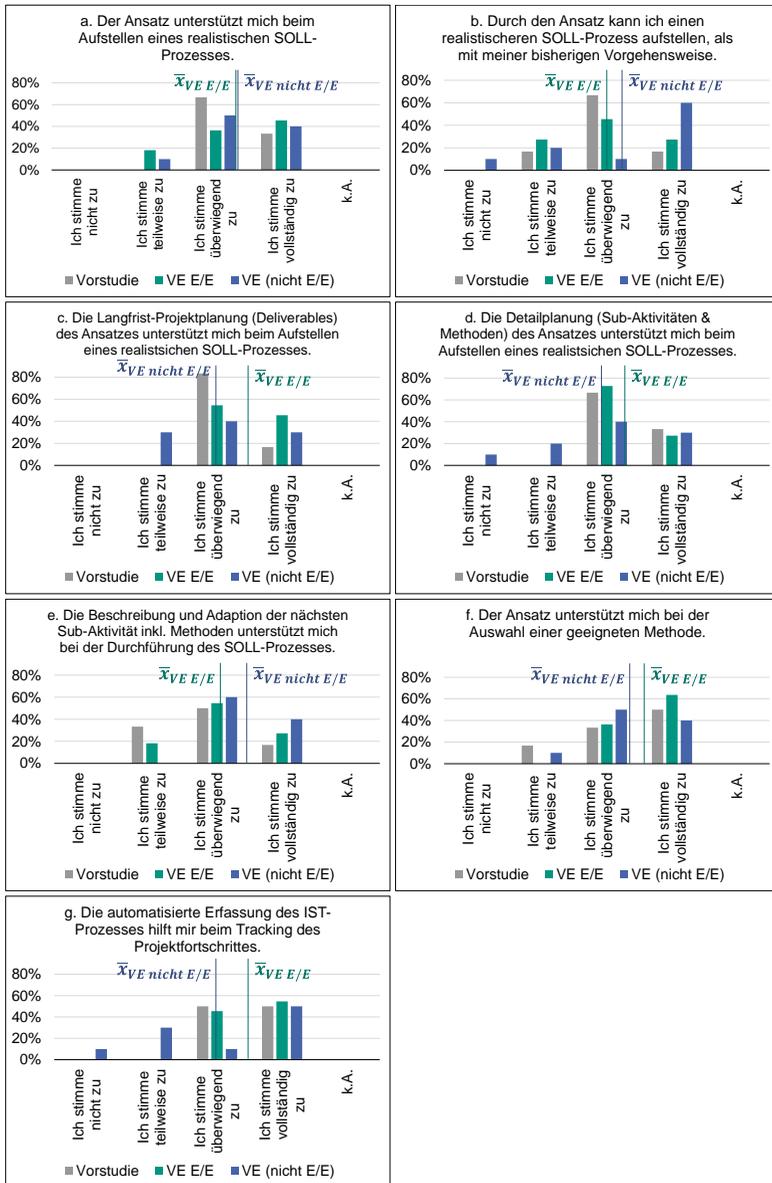


Abbildung 6.19: Ergebnisse der Befragung nach den Anwendungsstudien für VE-Projekte

a. Das erste Diagramm bezieht sich darauf, ob der vorgestellte Ansatz den Projektleiter beim Aufstellen eines realistischen SOLL-Prozesses unterstützt. Die Mehrheit der Probanden aus der Vorstudie und aus der Anwendungsstudie stimmten dieser Aussage überwiegend oder vollständig zu. Von den Probanden der Vorstudie stimmten zwei Drittel der Aussage nur überwiegend zu. Lediglich ein geringer Anteil der Probanden stimmte der Aussage nur teilweise zu. Die dargestellten Mittelwerte mit $\bar{x}_{VE\ E/E}$ und $\bar{x}_{VE\ nicht\ E/E}$ der Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik und aus den weiteren Vorentwicklungsabteilungen weisen nur geringfügige Unterschiede auf. Demnach lässt sich bei dieser Aussage kein großer Unterschied zwischen den beiden Gruppen der Anwendungsstudie erkennen.

b. Bei der zweiten Aussage sollten die Probanden angeben, ob sie der Meinung sind, dass sie mit dem vorgestellten Ansatz einen realistischen SOLL-Prozess aufstellen können als mit ihrer bisherigen Vorgehensweise. Dieser Aussage stimmte ebenfalls die Mehrheit der Probanden überwiegend oder vollständig zu. Wobei ein Teil der Probanden der Aussage nur teilweise oder gar nicht zustimmten. Die beiden Mittelwerte $\bar{x}_{VE\ E/E}$ und $\bar{x}_{VE\ nicht\ E/E}$ zeigen, dass bei dieser Frage die Probanden aus den Vorentwicklungsbereichen außerhalb Elektrik / Elektronik der Aussage durchschnittlich stärker zustimmten. Dies sieht man ebenfalls daran, dass 60% der Probanden aus dieser Gruppe, der Aussage vollständig zustimmten.

c. Die dritte Aussage bezieht sich auf eine der realisierten Funktionalitäten des Ansatzes und erfragt, inwiefern die Langfrist-Projektplanung der Deliverables den Projektleiter beim Aufstellen eines realistischen SOLL-Prozesses unterstützt. Dieser Aussage stimmte ebenfalls ein Großteil der Probanden überwiegend oder vollständig zu. Jedoch stimmten 30% der Probanden aus den Vorentwicklungsbereichen außerhalb Elektrik / Elektronik der Aussage nur teilweise zu. Aus den beiden Mittelwerten $\bar{x}_{VE\ E/E}$ und $\bar{x}_{VE\ nicht\ E/E}$ wird ersichtlich, dass die Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik dieser Aussage durchschnittlich stärker zustimmen, als die Probanden aus anderen Vorentwicklungsabteilungen.

d. Im vierten Diagramm wird dargestellt, inwiefern die Detailplanung des Ansatzes, bestehend aus Sub-Aktivitäten und Methodenkategorien, den Projektleiter beim Aufstellen eines realistischen SOLL-Prozesses unterstützt. Auch dieser Aussage stimmte die Mehrheit der Probanden überwiegend oder vollständig zu. Ungefähr 70% der Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik stimmten dieser Aussage überwiegend zu. Dieser Aussage stimmten jedoch 10% bzw. 20% der Probanden aus den weiteren Vorentwicklungsabteilungen nicht bzw. nur teilweise zu. Bei der Betrachtung der Mittelwerte $\bar{x}_{VE\ E/E}$ und $\bar{x}_{VE\ nicht\ E/E}$ wird ersichtlich, dass die Probanden der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik dieser Aussage durchschnittlich mehr zustimmten als die Probanden aus den anderen Vorentwicklungsabteilungen.

e. Die fünfte Aussage bezieht sich darauf, inwiefern die Beschreibung und situationsspezifische Adaption der nächsten Sub-Aktivität inklusive Methodenempfehlung den Projektleiter bei der Durchführung des SOLL-Prozesses unterstützt. Ungefähr die Hälfte der Befragten der drei Gruppierungen stimmte dieser Aussage überwiegend zu. Sogar 40% der Probanden aus anderen Vorentwicklungsabteilungen stimmten der Aussage vollständig zu. Jedoch stimmten ca. 20% der Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik der Aussage nur teilweise zu. Die beiden Mittelwerte $\bar{x}_{VE\ E/E}$ und $\bar{x}_{VE\ nicht\ E/E}$ verdeutlichen, dass die Probanden der Vorentwicklungsabteilungen außerhalb Elektrik / Elektronik dieser Aussage durchschnittlich stärker zustimmen, als die Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik.

f. Das sechste Diagramm stellt dar, inwiefern die Probanden den Ansatz als unterstützend für die Auswahl einer geeigneten Methode bewerten. Die Mehrheit der Probanden stimmte dieser Aussage überwiegend oder vollständig zu. Knapp 65% der Probanden aus der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik stimmten dieser Aussage vollständig zu. Lediglich ein kleiner Teil der Probanden stimmte der Aussage nur teilweise zu. Die Betrachtung der beiden Mittelwerte $\bar{x}_{VE\ E/E}$ und $\bar{x}_{VE\ nicht\ E/E}$ zeigt, dass die Probanden der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik dieser Aussage durchschnittlich stärker zustimmen, als die Probanden aus den anderen Vorentwicklungsabteilungen.

g. Bei der siebten Aussage wurde ermittelt, inwiefern die automatisierte Erfassung des IST-Prozesses den Projektleiter beim Tracking des Projektfortschrittes unterstützt. Dieser Aussage stimmte ebenfalls die Mehrheit der Probanden überwiegend oder vollständig zu. Ungefähr die Hälfte der Probanden der drei Gruppierungen stimmten dieser Aussage vollständig zu. Jedoch stimmten 10% bzw. 30% der Probanden aus den anderen Vorentwicklungsabteilungen der Aussage nicht bzw. teilweise zu. Die beiden Mittelwerte $\bar{x}_{VE\ E/E}$ und $\bar{x}_{VE\ nicht\ E/E}$ verdeutlichen, dass die Probanden der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik dieser Aussage durchschnittlich stärker zustimmen als die Probanden aus den anderen Vorentwicklungsabteilungen.

Ergänzend zu dieser Bewertung wurde mit den 21 Probanden der Anwendungsstudie ebenfalls ein kurzes semistrukturiertes Interview durchgeführt. Im Zuge dieser semistrukturierten Interviews wurden die Probanden zunächst nach dem Eindruck gefragt, den sie von dem Ansatz hatten. Anschließend sollten sie den Mehrwert, Stärken und Schwächen, sowie Verbesserungsvorschläge für den vorgestellten Ansatz formulieren. Die Ergebnisse der semistrukturierten Interviews werden nachfolgend näher beschrieben.

Die Mehrheit der Probanden äußerte einen positiven Eindruck (PL02, 2020; PL03, 2019; PL04, 2020; PL05, 2020; PL07, 2019; PL09, 2020; PL11, 2020; PL13, 2020; PL15, 2020; PL16, 2020; PL18, 2020; PL20, 2020; PL21, 2020) und beschrieben den Ansatz als „systematisch“ (PL10, 2020), „sehr stringent“ (PL09, 2020), „umfangreich“ (PL11, 2020) und jedoch auch als „insgesamt zu starr“ (PL17, 2020). Es gab ebenfalls widersprüchliche Meinungen zu dem Ansatz, so empfand ein Proband den Ansatz als „klar und einfach“ (PL11, 2020) und ein anderer Proband empfand den Ansatz „zu Beginn [als] überfordernd und unklar“ (PL12, 2020). Einige der Probanden gaben an, dass der Ansatz besonders „für unerfahrene Projektleiter in der Vorentwicklung geeignet“ (PL06, 2019; PL14, 2020; PL15, 2020; PL18, 2020; PL21, 2020) ist. Zudem kann er erfahrene Projektleiter unterstützen, wenn sie „wenig Vorwissen“ (PL06, 2019; PL13, 2020; PL14, 2020) zu ihrer jeweiligen Entwicklungsaufgabe haben oder um einen „neuen Blickwinkel auf den Prozess“ (PL15, 2020) zu bekommen. Die Struktur des Ansatzes wurde als passend angesehen und der daraus resultierende SOLL-Prozess Vorschlag wirkte „flexibler als herkömmliche Prozesse“ (PL10, 2020). Die Visualisierung des Ansatzes im prototypischen IT-Tool wurde von einem Probanden als „leicht zu handhaben und verständlich“ (PL11, 2020) beschrieben. Zudem schätzten es die Probanden wert, dass der SOLL-Prozess Vorschlag „Prozesselemente [enthält] an die man nicht denken würde“ (PL11, 2020) und so „verschiedene Facetten betrachtet“ (PL15, 2020) werden können. Insbesondere wird es von Probanden als positiv empfunden, dass der SOLL-Prozess Vorschlag „Prozesselemente [enthält], die gemacht werden müssen und die gemacht werden können“ (PL06, 2019) und dem Projektleiter die „Tasks to be done“ (PL05, 2020; PL14, 2020) und „Handlungsempfehlungen“ (PL18, 2020) aufzeigt. Hierbei gaben die Probanden an, dass durch den Einsatz des Ansatzes die „Vollständigkeit des SOLL-Prozesses“ (PL01, 2019; PL14, 2020) verbessert wird und somit ein „Qualitätsstandard in der Breite der Projekte“ (PL03, 2019) ermöglicht wird. Als Mehrwert des Ansatzes gaben die Probanden an, dass man als Projektleiter „methodisch unterstützt“ (PL01, 2019; PL07, 2019) wird und dass der Ansatz ein „positives Aufwand-Nutzen-Verhältnis“ (PL16, 2020) aufweist. So dient der Ansatz der „Komplexitätsreduktion“ (PL01, 2019), birgt eine „Zeitersparnis“ (PL04, 2020; PL20, 2020) und „Effizienzsteigerung“ (PL11, 2020) durch die „Unterstützung der Planung, Durchführung und Dokumentation“ (PL04, 2020) des Projektes und „reduziert [sogar] den Dokumentations- und Planungsaufwand“ (PL02, 2020). Dies führt somit zu einer „effektiven und effizienten Projektdurchführung“ (PL01, 2019). Insbesondere die „situationsspezifischen Methodenempfehlungen“ (PL04, 2020; PL07, 2019; PL09, 2020; PL10, 2020; PL13, 2020; PL20, 2020) und die „Adaptionsmöglichkeit während der Prozessdurchführung“ (PL03, 2019; PL12, 2020; PL15, 2020; PL19, 2020) wurde mehrfach als wertvoller Mehrwert genannt. Einer der Probanden gab sogar an, dass ihn die „Adaptionsmöglichkeit des Prozesses [für die Nutzung

des Ansatzes] motiviert [...]“ (PL10, 2020). Der Ansatz „strukturiert den SOLL-Prozess“ (PL04, 2020; PL08, 2020; PL11, 2020; PL20, 2020), ermöglicht so dem Projektleiter „Orientierung“ (PL19, 2020) und einen schnellen „Überblick über das Projekt und den Prozess“ (PL05, 2020; PL09, 2020; PL16, 2020; PL17, 2020) und stellt so ein „schönes Gerüst zum entlangangeln“ (PL21, 2020) während der Projektdurchführung dar. Zudem wird es von den Probanden als Mehrwert angesehen, dass „Planung und Tracking in einer Anwendung“ (PL15, 2020) sind und es eine „begleitende Dokumentation des IST-Prozesses“ (PL04, 2020; PL06, 2019; PL13, 2020) gibt. Die „Darstellung des SOLL- und des IST-Prozesses ist hilfreich, um zu sehen ob man im Plan ist“ (PL09, 2020) und ein möglicher „Verzug im Projekt [kann] transparent dargestellt“ (PL16, 2020) werden. Zusätzlich werden die „Ressourcenabschätzung im SOLL-Prozess“ (PL12, 2020), das „Reifegradmanagement“ (PL12, 2020), das „Meilensteintracking“ (PL12, 2020), sowie der „Projektstatus für Vorgesetzte und Controller“ (PL07, 2019) von den Probanden als Mehrwert des Ansatzes genannt. Außerdem schätzen es die Probanden wert, dass der Ansatz „Wissen zu Prozessen und Methoden“ (PL03, 2019) beinhaltet, man „Erfahrungswerte zu Prozessen teilen“ (PL10, 2020) kann und „Lessons Learned“ (PL21, 2020) aus dem IST-Prozess ableiten kann. Als mögliche Use Cases für die Anwendung des Ansatzes wird das „Aufsetzen eines neuen Projektes“ (PL12, 2020; PL19, 2020) genannt, sowie die „Einarbeitung neuer Projektmitglieder“ (PL11, 2020).

Weiterführend wurden die 21 Probanden gebeten die Stärken und Schwächen des angewendeten Ansatzes zu nennen. In Abbildung 6.20 ist eine Übersicht über die genannten Stärken und Schwächen des angewendeten Ansatzes dargestellt. Viele der Probanden nannten als klare Stärke des Ansatzes die situationsspezifischen Methodenempfehlungen. Zudem schätzten die Probanden die Struktur und den Wissenstransfer bzw. das Wissensmanagement, das durch den Ansatz realisiert wird. Als weitere Stärken des Ansatzes wurde die Qualitätssicherung der SOLL-Prozesse, die Unterstützung beim Aufsetzen eines Projektes, sowie die Vorlage für den SOLL-Prozess und dass der Ansatz den Projektleiter durch den SOLL-Prozess leitet, genannt. Mehrere Probanden nannten als Schwäche, dass der Ansatz gewissenhaft genutzt werden muss, da er sonst keinen Mehrwert stiften kann. Zudem wurden insbesondere die Qualität der Datengrundlage, die Einschränkung der Kreativität bei der Projektplanung und Durchführung, sowie die Anpassungsmöglichkeit für ein konkretes Entwicklungsprojekt als Schwächen des Ansatzes eingeschätzt. Weitere Schwächen sind der Dokumentationsaufwand, der Wiedereinstieg in den Ansatz, die Gefahr der Inflexibilität und dass es sich um einen zusätzlichen Ansatz handelt.



Abbildung 6.20: Stärken und Schwächen des Ansatzes basierend auf semistrukturierten Experteninterviews während der Anwendungsstudie

Abschließend sollten die Probanden Verbesserungsvorschläge für die Weiterentwicklung des Ansatzes nennen. In Abbildung 6.21 ist eine Übersicht über die Kategorien der Verbesserungsvorschläge (oben) und eine Darstellung der häufigsten Verbesserungsvorschläge abgebildet. Die meisten Verbesserungsvorschläge adressierten Zusatzfunktionen des Ansatzes, wie eine integrierte Budget-Planung und -Tracking, ein automatisiertes Projekt-Reporting und dass man den Ansatz nicht nur zu Projektbeginn, sondern auch für laufende Projekte anwenden kann. Weiterhin ergaben sich viele Verbesserungsvorschläge für das IT-Tool, vor allem die Integration des Ansatzes in bestehende IT-Tools für Projektmanagement wurde von vielen Probanden genannt, aber auch, dass es ein einheitliches IT-Tool / Toolset für alle Prozessanwender gibt. Das User Interface soll die Erstellung von individuellen Projekt- und Prozessansichten ermöglichen und eine Übersicht über das gesamte Projekt umfassen. Der SOLL-Prozess Vorschlag soll ebenfalls Meilensteine von Fahrzeugprojekten der Serienentwicklung, sowie Ansprechpartner für die einzelnen Prozesselemente umfassen und der Zweck der Prozesselemente soll transparent sein. Für die Anwendung des Ansatzes selbst sollen die notwendigen Eingaben durch den Projektleiter auf ein Minimum reduziert werden.

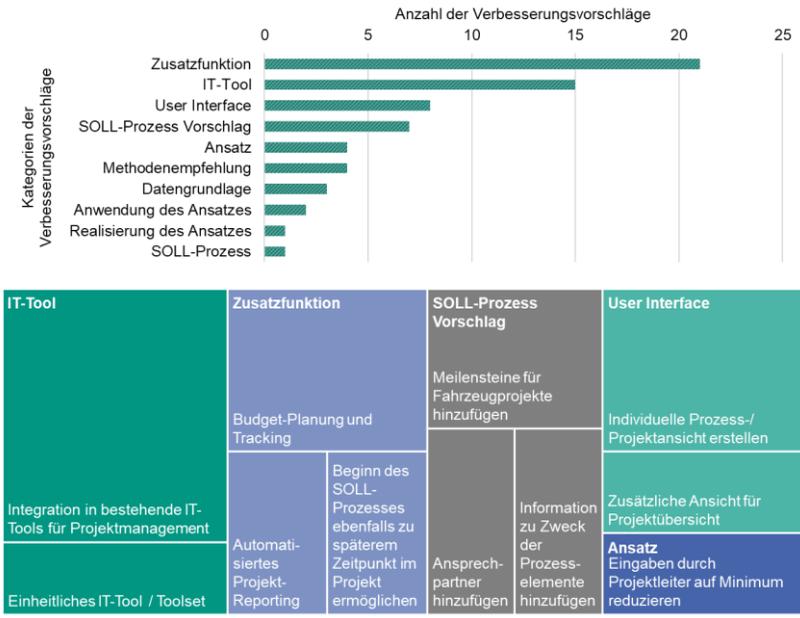


Abbildung 6.21: Anzahl der Verbesserungsvorschläge je Kategorie (oben) und häufigste Verbesserungsvorschläge (unten)

6.2.4 Diskussion der Studie

In diesem Abschnitt werden die zuvor beschriebene Realisierung und Anwendung des Ansatzes für automobiler Vorentwicklungsprojekte, sowie die Evaluation der Anwendungsstudie diskutiert.

Durch die Anwendung der Methode zur Identifikation von Anforderungen an den Entwicklungsprozess in Abschnitt 6.2.2.1 konnte systematisch eine Vielzahl von Informationen zur Gestaltung des Entwicklungsprozesses erhoben werden. Im Vergleich zu den bestehenden Methoden in der Literatur zur Identifikation von Prozessanforderungen aus Abschnitt 2.2.2 berücksichtigt die in dieser Arbeit entwickelte Methode unterschiedliche Stakeholder und deren Bedarfe und Anforderungen. Die Einbeziehung aller relevanten Stakeholder ist wichtig, da sie zur späteren Akzeptanz des Entwicklungsprozesses beiträgt (Müllerleile, 2019). Die entwickelte Methode umfasst zwar die Identifikation von Anforderungen, jedoch umfasst

sie nicht explizit eine Unterstützung des Anwenders bei der Priorisierung der Anforderungen an den Entwicklungsprozess. Dieser Aspekt kann jedoch mit Hilfe der Methode von LIU et al. zur Priorisierung von Anforderungen an einen Softwareentwicklungsprozess durch unterschiedliche Stakeholder Gruppen realisiert werden (Liu et al., 2004).

Durch die Anwendung der Methode zur Entwicklung eines SOLL-Prozess Baukastens in Abschnitt 6.2.2.2 konnte ein SOLL-Prozess Baukasten für automobiler Vorentwicklungsprojekte realisiert werden. Als Grundlage für den SOLL-Prozess Baukasten konnte nicht ein Meta-Modell genutzt werden, sondern es wurden mehrere Meta-Modelle herangezogen. Grund hierfür war, dass es kein verfügbares Meta-Modell für den anvisierten Geltungsbereich gab, wodurch das Wissen aus unterschiedlichen Meta-Modellen kombiniert werden musste. Für die Erstellung des SOLL-Prozess Baukastens wurde jedoch nur ein Teil der möglichen Prozessmodultypen genutzt. Dies ist begründbar durch die identifizierten Anforderungen an den SOLL-Prozess Baukasten und sollte zu einer beherrschbaren Komplexität des Entwicklungsprozesses beitragen. Durch die große Anzahl an Deliverables war es einfacher diese direkt mit den Sub-Aktivitäten zu verknüpfen, statt eine Verknüpfung über eine zusätzliche Aktivitäten Ebene vorzunehmen. Mit Hilfe der Methode konnte eine Vielzahl relevanter Prozessmodule für den SOLL-Prozess Baukasten identifiziert werden. Jedoch war es nur schwer möglich basierend auf der vorhandenen empirischen Datengrundlage der dokumentierten IST-Prozesse belastbare Abhängigkeiten der Prozessmodule zu identifizieren. Dementsprechend wurden zusätzliche Informationsquellen neben den dokumentierten IST-Prozessen für die Identifikation der Abhängigkeiten der Prozessmodule genutzt. Für die Kontextabhängigkeit wurden nur wenige Kontext-Faktoren genutzt, um die Datengrundlage nicht zu sehr zu strapazieren.

Die Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen wurde im Zuge einer Anwendungsstudie für automobiler Vorentwicklungsprojekte angewendet. Die Anwendung der Methode wurde im Zuge von semistrukturierten Experteninterviews gemeinsam mit einem Moderator durchgeführt. Hierbei wurde der Proband mit Hilfe eines prototypisch realisierten IT-Tools geführt. Diese prototypische Umsetzung war ausreichend, um dem Probanden alle Funktionalitäten und Möglichkeiten des Ansatzes zu verdeutlichen. Jedoch ist diese prototypische Umsetzung nicht für eine Anwendung im Zuge eines konkreten Projektes über mehrere Jahre hinweg konzipiert. Zudem war es aufgrund der begrenzten verfügbaren Ressourcen nicht möglich eine vollständige Umsetzung eines IT-Tools zur Unterstützung der Methode zu realisieren. Hierdurch konnte die Methode nicht über einen längeren Zeitraum in einem realen Projekt angewendet werden. Da die Anwendungsstudie jedoch das

Ziel verfolgt hat, eine prinzipielle Anwendbarkeit durch unterschiedliche Projektleiter heterogener Vorentwicklungsprojekte zu evaluieren, war das gewählte Studiendesign ausreichend, um die gewünschten Erkenntnisse zu erzielen.

Die Evaluation des Ansatzes für automobiler Vorentwicklungsprojekte der AUDI AG in Abschnitt 6.2.3 zeigt, dass die Realisierung und Anwendung des Ansatzes seinen Zweck erfüllt hat. So stimmte die Mehrheit der Probanden überwiegend oder vollständig zu, dass der vorgestellte Ansatz sie bei der Entwicklung eines realistischen SOLL-Prozesses unterstützen würde. Zudem stimmten die Probanden durchschnittlich überwiegend zu, dass sie mit Hilfe des Ansatzes einen realistischeren SOLL-Prozess als mit ihrer bisherigen Vorgehensweise entwickeln würden. Bei dieser Frage gab es jedoch einige Probanden, die nur teilweise oder nicht zustimmten. Dies kann durch die prototypische Realisierung des Ansatzes begründet werden, wodurch ein Teil der Probanden das Gefühl hatten, dass der Ansatz noch nicht anwendbar im Projektalltag sei. Die einzelnen Funktionalitäten des Ansatzes wurden ebenfalls als positiv von den Probanden bewertet. Da der Ansatz über einen längeren Zeitraum in enger Zusammenarbeit mit der Vorentwicklung Elektrik / Elektronik entwickelt wurde, wurden ebenfalls Probanden aus anderen Vorentwicklungsabteilungen für die Evaluation des Ansatzes eingesetzt. Wie aus den in Abbildung 6.19 dargestellten Mittelwerten der Probanden aus der VE E/E und aus den weiteren Vorentwicklungsabteilungen hervorgeht, ergeben sich je nach Frage unterschiedliche Mittelwerte der beiden Gruppen. Vier der Fragen weisen eine durchschnittlich bessere Bewertung der Probanden aus der VE E/E auf, wobei drei der Fragen eine durchschnittlich bessere Bewertung der Probanden aus den anderen Vorentwicklungsabteilungen aufweisen. Demnach kann kein eindeutiger Trend erkannt werden, dass die Probanden der VE E/E den Ansatz durchgängig positiver bewertet hätten als die Probanden der anderen Vorentwicklungsabteilungen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass es durch die Art des Studiendesigns zu einer unbewussten Beeinflussung der Probanden kam. Aus den Ergebnissen der semistrukturierten Experteninterviews konnten ebenfalls wertvolle Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des Ansatzes synthetisiert werden. Die Heterogenität der Antworten der Probanden weist darauf hin, dass viele der Probanden individuelle Anforderungen an den entwickelten Ansatz haben. Durch die überwiegend positiven Bewertungen des Ansatzes kann jedoch geschlossen werden, dass diese individuellen Anforderungen überwiegend erfüllt wurden.

6.3 Evaluation des Ansatzes in einem Teilprojekt für vollautomatisiertes Fahren

Zusätzlich zu den bereits durchgeführten Anwendungsstudien, wurde eine dritte Anwendungsstudie eines Teiles des Ansatzes in einem weiteren Unternehmen durchgeführt. Diese Anwendungsstudie wurde bei einem deutschen Premium-Automobilhersteller außerhalb des VW Konzerns anhand eines Teilprojektes für die Entwicklung einer ausgewählten Komponente für vollautomatisiertes Fahren durchgeführt. Die Untersuchungsumgebung dieser Fallstudie wurde in Abschnitt 3.2.3 bereits näher beschrieben. Hierfür wurde insbesondere die Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen realisiert und angewendet. Ziel dieser Studie war die Anwendung des entwickelten Ansatzes in einem anderen organisatorischen Umfeld, um so Rückschlüsse auf eine mögliche Übertragbarkeit ziehen zu können.

6.3.1 Beschreibung der Transferstudie

Diese Anwendungsstudie wurde im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit in Kooperation mit einem deutschen Premium-Automobilhersteller außerhalb des VW Konzerns durchgeführt. Hierfür wurde eine sechsmonatige teilnehmende Beobachtung durchgeführt, die von der Verfasserin der vorliegenden Arbeit begleitet wurde. (Jäckle, 2019)⁵²

Als Untersuchungsumgebung wurde in diesem Fall nicht eine Vorentwicklungsabteilung genutzt, sondern ein Fachbereich, in dem vollautomatisiertes Fahren SAE Level 5 entwickelt wird. In dem ausgewählten Teilprojekt wurde ein Teilsystem entwickelt, das sowohl Hardware als auch Software Komponenten umfasst und eine weitreichende Vernetzung innerhalb des Gesamtsystems aufweist. Hierfür gibt es kein vergleichbares Produkt am Markt, wodurch für das Teilsystem hohe Neuentwicklungsanteile erforderlich sind. Das Teilprojekt selbst umfasst zehn Mitarbeiter, ist schnell wachsend und das Projektteam ist an einem Standort ansässig.

Ziel war die Unterstützung des Teilprojektleiters bei der Berücksichtigung des jeweiligen Entwicklungskontextes für die Planung und Strukturierung des SOLL-Prozesses. Da es durch den hohen Umfang an Neuentwicklungsanteilen nicht möglich war einen geeigneten SOLL-Prozess Baukasten zu entwickeln, konnte lediglich ein Teil des Ansatzes realisiert und evaluiert werden. Hierfür wurde die in Abschnitt 5.2.3 beschriebene Methode zur Unterstützung von Projektleitern bei der kontextspezifischen Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen als Grundlage genutzt. Zunächst wurde die Methode an die Rahmenbedingungen und Anforderungen des

⁵² Co-betreute Abschlussarbeit

Teilprojektes angepasst und für den Anwendungsfall realisiert. Für die Evaluation der angepassten Methode wurde eine Anwendungsstudie bestehend aus insgesamt 20 Workshops mit dem Teilprojektleiter und einem Moderator zur Methodenanwendung durchgeführt. Aufgrund der begrenzten verfügbaren Ressourcen wurde die Anwendung der Methode auf die Erstellung und Adaption des SOLL-Prozesses fokussiert. Für die Evaluation der Methode wurden semistrukturierte Interviews mit dem Teilprojektleiter durchgeführt.

6.3.2 Realisierung und Anwendung des Ansatzes für das Teilprojekt

Aus einer initialen Situationsanalyse der Untersuchungsumgebung ergaben sich mehrere Ziele und Anforderungen, die mit Hilfe der Methode adressiert werden sollten. Hierzu zählten die Planung und Strukturierung des Aktivitätslevels aus dem ASD Ansatz durch die Berücksichtigung des Entwicklungskontextes, um als Ergebnis dem Teilprojektleiter konkrete Handlungsempfehlungen zur Adaption des SOLL-Prozesses bereitzustellen. Die Methode soll sowohl zu Beginn wie auch während eines laufenden Entwicklungsprojektes anwendbar sein und die Methode soll übertragbar auf verschiedene Entwicklungsprojekte mit einem hohen Neuheitsgrad sein.

Basierend auf dieser Zielsetzung wurde die in Abschnitt 5.2.3 beschriebene Methode angepasst und wie in Abbildung 6.22 dargestellt realisiert und angewendet. Da es aufgrund der hohen Neuentwicklungsanteile im Teilprojekt nicht möglich war einen SOLL-Prozess Baukasten zu entwickeln, wurde die Methode dahingehend angepasst, dass sie ebenfalls ohne einen SOLL-Prozess Baukasten angewendet werden kann. Demnach wurde der erste und der vierte Schritt der Methode im Zuge der Anwendungsstudie durchgeführt. Da die Methode in einem laufenden Teilprojekt angewendet wurde, war es nicht möglich die Erstellung eines initialen SOLL-Prozesses zu Projektbeginn (Schritt 3), sowie den Projektabschluss (Schritt 5) methodisch zu unterstützen. Aufgrund des Setups der Anwendungsstudie, war es nicht möglich alle Umfänge der für den Anwendungsfall realisierten Methode durchzuführen. Nachfolgend werden die Realisierung und Anwendung der Methode näher erläutert.

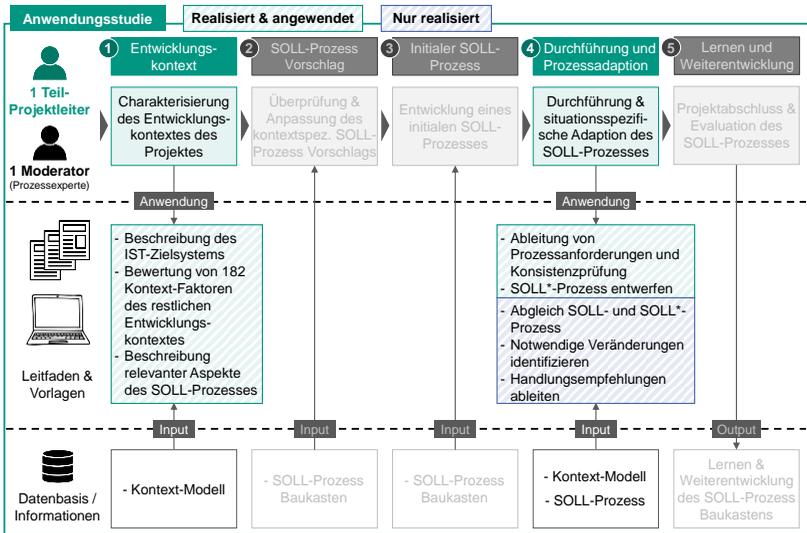


Abbildung 6.22: Realisierung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration eines SOLL-Prozess Vorschlags und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen in der zweiten Fallstudie

Zu Beginn der realisierten Methode wird der **Entwicklungskontext** bewertet. Ziel ist die umfassende Aufnahme des vorherrschenden Entwicklungskontextes des Teilprojektes und die Extraktion der durch den Entwicklungskontext bedingten Einflüsse auf den SOLL-Prozess. Hierfür wird die Bewertung des Entwicklungskontextes in drei Teile unterteilt. Im ersten Teil wird das vorherrschende IST-Zielsystem des Teilprojektes analysiert und beschrieben. Hieraus ergeben sich Ziele, Arbeitspaketbeschreibungen zur Erreichung der Ziele und Anforderungen an Prozesseigenschaften des SOLL*-Prozesses⁵³. Im zweiten Teil wird der restliche Entwicklungskontext durch 182 kategorisierte Kontext-Faktoren bewertet. Basierend auf den Ausprägungen der Kontext-Faktoren werden Einflüsse auf den SOLL*-Prozess identifiziert. Diese Einflüsse werden für die weitere Verwertung geordnet und mit Hilfe der Prozessmerkmale aus Abschnitt 2.2.2 Tabelle 2.2 für den SOLL*-Prozess

⁵³ Der SOLL*-Prozess stellt den adaptierten SOLL-Prozess des Teilprojektes dar

abgebildet. Im dritten Teil dieses Schrittes werden die relevanten Aspekte des derzeitigen SOLL-Prozesses beschrieben, um so dessen Prozessmerkmale zu quantifizieren.

Anschließend an die Charakterisierung des Entwicklungskontextes wird der vierte Schritt der Methode während der **Projektdurchführung** für die **Prozessadaption** durchgeführt. In diesem Schritt werden zunächst Prozessanforderungen aus der Analyse des Entwicklungskontextes abgeleitet, auf Konsistenz geprüft und falls erforderlich angepasst. Anschließend wird für das Teilprojekt ein SOLL*-Prozess aufgestellt, der den restlichen Verlauf des Entwicklungsprojektes umfasst. Die Anwendungsstudie wurde aufgrund des Set-ups der Studie bis zu diesem Schritt durchgeführt. Die weiteren Umfänge der Methode wurden für den Anwendungsfall realisiert, konnten allerdings nicht im Zuge der Anwendungsstudie angewendet und evaluiert werden. Basierend auf dem zuvor aufgestellten SOLL*-Prozess werden die Prozessmerkmale des SOLL-Prozesses und der Anforderungen an die Prozessmerkmale des SOLL*-Prozesses gegenübergestellt, um die Unterschiede des SOLL- und des SOLL*-Prozesses zu synthetisieren. Basierend auf den identifizierten Unterschieden ist es notwendig, die erforderlichen Veränderungen zur Realisierung des SOLL*-Prozesses vor dem Hintergrund des Change Managements zu betrachten. Grund hierfür ist, dass sich ein Teil der erforderlichen Veränderungen zur Erreichung des SOLL*-Prozesses ebenfalls auf die Organisation und die Mitarbeiter auswirken kann. Dementsprechend wird hierbei erarbeitet, wie die Veränderungen durchgeführt werden sollen. Abschließend werden aus den zuvor als erforderlich identifizierten Veränderungen zur Realisierung des SOLL*-Prozesses geeignete Change Management Maßnahmen identifiziert. Diese Maßnahmen werden als Handlungsempfehlungen formuliert und sollen so zu einer erfolgreichen und nachhaltigen Veränderung innerhalb des Teilprojektes beitragen.

Für die Realisierung der Methode wurde ein Leitfaden mit zugehörigen Vorlagen für die Unterstützung der Anwendung entwickelt. Im Leitfaden werden die einzelnen Schritte der Methode standardisiert beschrieben. Die Beschreibung umfasst den Zweck des Schrittes, eine Leitfrage, erwartete Ergebnisse, sowie erforderlichen Input und Voraussetzungen, mögliche Ressourcen, eine Beschreibung des Vorgehens und eine Definition of Done. Um dem Anwender der Methode eine zusätzliche Unterstützung zu bieten wurden ergänzende Vorlagen erstellt. Diese Vorlagen dienen der Beschreibung des IST-Zielsystems, der Beschreibung des restlichen Entwicklungskontextes und dessen Einflüsse, der Beschreibung von Arbeitspaketen des SOLL*-Prozesses und der Bewertung der Prozessmerkmale.

6.3.3 Evaluation des Ansatzes für das Teilprojekt

Für die Evaluation des Ansatzes diente die zuvor beschriebene Realisierung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration eines SOLL-Prozess Vorschlags und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen als Grundlage. Während der Anwendungsstudie wurde ein Großteil der Methode im Zuge mehrerer Workshops mit dem Teilprojektleiter und dem Moderator, der ebenfalls Prozessexperte war, angewendet. Nach der Durchführung der einzelnen Teilschritte der Methode wurde je ein semistrukturiertes Interview mit dem Teilprojektleiter durchgeführt, um den jeweiligen Teilschritt zu evaluieren. Hierbei standen insbesondere die Verständlichkeit und Anwendbarkeit der einzelnen Teilschritte im Vordergrund. Zusätzlich wurde ein abschließendes Interview mit dem Teilprojektleiter durchgeführt, um neben der Anwendbarkeit zudem den Nutzen der Methode zu evaluieren.

Aus der Evaluation ergab sich, dass die realisierte Methode konsistent ist und dass aus der Anwendung der Teilschritte der Bezug zum übergeordneten Ziel der Methode ersichtlich ist. Dabei wird die umfangliche Auseinandersetzung mit dem Entwicklungskontext als zentraler Aspekt für die nachhaltige Ausrichtung des Teilprojektes wahrgenommen. Die hierdurch erlangten Erkenntnisse sind nutzbar und haben bereits operative Entscheidungen innerhalb des Teilprojektes unterstützt. Durch die intensive Auseinandersetzung mit dem Entwicklungskontext wurde dem Teilprojektleiter deutlich, wie unstrukturiert der Entwicklungskontext des Teilprojektes ist und welchen Einfluss dies auf das Teilprojekt hat. Durch die gewonnenen Erkenntnisse ist es dem Teilprojektleiter möglich die Priorisierung der Arbeitsinhalte mit mehr Sicherheit durchzuführen.

Der Leitfaden zur Unterstützung der Methodenanwendung ist für den Teilprojektleiter nachvollziehbar und ermöglichte eine individuelle Abbildung des Teilprojektes in seiner Einmaligkeit. Jedoch sind einzelne Teilschritte der Methode zu weit gefasst und somit nicht komplett nachvollziehbar für den Teilprojektleiter. Dies macht eine begleitete Durchführung der Methode bzw. der jeweiligen Teilschritte mit einem geschulten Moderator oder Prozessexperten erforderlich.

Insgesamt wurden die erarbeiteten Ergebnisse und die erzielten Erkenntnisse als positiv für die nachhaltige Ausrichtung des Teilprojektes durch den entwickelten SOLL*-Prozess angesehen. Jedoch wird der Aufwand für die Erarbeitung dieser Ergebnisse und Erkenntnisse vom Teilprojektleiter als hoch eingestuft. Dennoch gab der Teilprojektleiter an, dass er eine erneute Anwendung der Methode gegebenenfalls in reduziertem Ausmaß, anstrebt. Insbesondere würde er die Methode wieder anwenden, wenn er ein neues (Teil-)Projekt annimmt oder es starke Veränderungen im untersuchten Teilprojekt oder in dessen Entwicklungskontext gibt.

Als Verbesserungsvorschlag wurde eine teilweise Automatisierung der Methode vorgeschlagen. Insbesondere die Dokumentation der Ergebnisse durch eine gesamtheitliche Versionierung würde die Nachverfolgung von Entscheidungen erleichtern. Zusätzlich würde die Realisierung einer Datenbank zur automatisierten Berichterstellung die Pflege der Ergebnisse erleichtern.

6.3.4 Diskussion der Studie

Die Realisierung und Anwendung der Methode für ein Teilprojekt zur Entwicklung eines Teilsystems für vollautomatisiertes Fahren zeigt, dass es ebenfalls möglich ist einen Teil des Ansatzes, ohne die Verfügbarkeit eines SOLL-Prozess Baukastens anzuwenden. Durch die teilweise Anwendung der Methode für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen und für die Erstellung und Adaption von SOLL-Prozessen konnte zwar ein Mehrwert aufgezeigt werden, jedoch war der zugehörige Aufwand für den Teilprojektleiter verhältnismäßig hoch. Eine Vereinfachung der realisierten Methode ist jedoch nur teilweise möglich, da es sonst zu einer schlechteren Ergebnisqualität kommen kann. Jedenfalls ist es für eine weitere Anwendung der realisierten Methode in dem beschriebenen Anwendungsfall erforderlich eine Teilautomatisierung der Durchführung zu realisieren. Hierdurch kann der Aufwand reduziert werden und durch die Implementierung einer Datenbank kann Prozesswissen gesammelt werden und der Nutzen erhöht werden.

Der in Abschnitt 3.1.2 dargelegte Anwendungsbereich dieser Arbeit fokussiert vor allem Organisationseinheiten mit einer sehr hohen Projektdivergenz, einer hohen Dynamik des Umfeldes und einer hohen Unsicherheit hinsichtlich des Produkterfolges, insbesondere die technische Unsicherheit, Marktunsicherheit und Prozessunsicherheit durch neue Richtlinien. Der Anwendungsfall dieser Studie unterscheidet sich zu dem beschriebenen Anwendungsbereich insofern, dass es sich lediglich um ein Teilprojekt handelt und nicht um die entsprechende Organisationseinheit. Trotzdem zeigt diese Studie, dass es trotz der Unterschiede zwischen dem Anwendungsfall der Studie und dem anvisierten Anwendungsbereich des Ansatzes möglich ist, Teile des Ansatzes so zu adaptieren, dass sie einen Mehrwert darstellen. Durch diese Studie konnten erste Implikationen für die Erweiterung des Anwendungsbereiches des untersuchten Ansatzes ermittelt werden.

6.4 Evaluation des entwickelten Ansatzes durch Prozessautoren

Bei den zuvor durchgeführten Studien zur Evaluation des Ansatzes, stand die Anwendung und Evaluation des Ansatzes durch den späteren Prozessnutzer des SOLL-Prozess Baukastens im Vordergrund. Im Gegensatz dazu forciert diese Studie die Evaluation des gesamten Ansatzes durch unterschiedliche Prozessautoren. Nachfolgend wird zunächst das Studiendesign beschrieben, anschließend werden die Ergebnisse der Evaluation vorgestellt und abschließend diskutiert.

6.4.1 Beschreibung der Interviewstudie mit Prozessautoren

Im Zuge dieser Studie wurden semistrukturierte Experteninterviews mit insgesamt vier Prozessautoren aus drei unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt. Zwei der Prozessautoren waren aus dem Bereich Elektrik / Elektronik der AUDI AG und weisen mehrjährige Erfahrung mit der Entwicklung und Zertifizierung diverser Entwicklungsprozesse im Bereich Elektrik / Elektronik auf. Ein weiterer Prozessautor hat Erfahrung mit der Entwicklung eines übergeordneten Vorentwicklungsprozesses bei Volkswagen PKW im Bereich Karosserie. Die vierte Prozessautorin konnte durch die Entwicklung und begleitende Anwendung eines Innovations- und Vorentwicklungsprozesses für den Bereich Elektrik / Elektronik der Porsche AG umfangreiche Erfahrungen zur Prozessgestaltung nachweisen. Diese vier Prozessautoren wurden für diese Evaluationsstudie ausgewählt, da sie ein umfangreiches Expertenwissen zur Gestaltung und Realisierung von Entwicklungsprozessen, insbesondere für Vorentwicklungsprojekte aufweisen.

Für die Studiendurchführung wurden Einzelinterviews mit den vier Probanden durchgeführt. Zwei der Interviews wurden vor Ort durchgeführt und zwei weitere Interviews wurden virtuell durchgeführt. Zunächst wurde den Probanden das grundlegende Konzept des Ansatzes zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen für die Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen aus Kapitel 5 vorgestellt. Anschließend wurde ein semistrukturiertes Interview durchgeführt. Hierbei wurden die Probanden gebeten ihren Eindruck zum vorgestellten Ansatz zu schildern, sowie den Mehrwert, den ihnen die Anwendung des Ansatzes bringen könnte. Zudem sollten sie schildern, für welchen Anwendungsbereich der Ansatz genutzt werden kann und welche Verbesserungsvorschläge sie haben.

6.4.2 Evaluation des Ansatzes durch Prozessautoren

Nachfolgend werden die Ergebnisse der durchgeführten semistrukturierten Experteninterviews mit vier Prozessautoren aus drei unterschiedlichen Unternehmen dargestellt.

Die Prozessautoren hatten einen positiven Eindruck von dem vorgestellten Ansatz und beschrieben ihn als „coolen Ansatz“ (PA2, 2020), der „sehr detailliert“ (PA3, 2020) und „sehr umfänglich“ (PA3, 2020) ist und „insgesamt ein tolles Ergebnis“ (PA4, 2020) darstellt. Der Ansatz birgt „Potential für die Arbeitserleichterung“ (PA4, 2020) von Prozessautoren und „eröffnet einen Freiheitsgrad, der vorher nicht da war bzw. nicht bewusst war“ (PA2, 2020). Zudem wurde der Ansatz „insgesamt als riesige Chance“ (PA3, 2020) bezeichnet und „sollte anwendbar für unterschiedlich große Organisationen sein“ (PA1, 2020). Zudem wurde es als „gut [eingeschätzt], dass eine Feedbackschleife vorgesehen ist, um den Ansatz weiterzuentwickeln“ (PA1, 2020). Außerdem „stellt [der Ansatz] eine Prozessmöglichkeit für SPICE Level 3 dar, [da] hierdurch [...] die Anforderungen des SPICE Level 3 realisiert“ (PA2, 2020) werden können.

Als Mehrwert des Ansatzes wurde insbesondere die „Standardisierung von Vorgehensweisen“ (PA1, 2020) und die „Berücksichtigung von Standards“ (PA1, 2020) angesehen, wodurch „bei korrekter Anwendung [...] die Prozessqualität erhöht“ (PA1, 2020) werden kann. Außerdem ist „der Ansatz [...] umfänglicher bei der Prozessentwicklung“ (PA3, 2020) und somit „wird der Entwicklungsprozess belastbarer“ (PA3, 2020). Zudem kann der Ansatz „den Adaptionaufwand des Entwicklungsprozesses reduzieren“ (PA4, 2020) und so eine „Erleichterung für das Projekt Set-up“ (PA4, 2020) darstellen, sowie die „Fehler bei der Prozessadaption reduzieren“ (PA4, 2020). Weiterführend wurde es als Mehrwert eingeschätzt, dass der „Ansatz für Multiprojektmanagement geeignet“ (PA2, 2020) ist und so „für einen Pool an Projekten mit unterschiedlichen Charakteristika“ (PA2, 2020) genutzt werden kann. Insbesondere „wenn alle Parameter [bzw. Kontext-Faktoren] bekannt sind, dann ist der Ansatz anwendbar für große Bereiche“ (PA1, 2020). Hierdurch kann eine „standardisierte Prozesssteuerung“ (PA1, 2020) realisiert werden, wodurch „weniger Personen für die Pflege des Prozesses“ (PA1, 2020) benötigt werden.

Als Anwendungsbereich für den Ansatz eignen sich vor allem „divergente Projekte mit unterschiedlichen Anforderungen an den Prozess“ (PA1, 2020), wodurch sich eine „große Spanne zwischen Prozessanforderungen“ (PA1, 2020) ergibt, wie beispielsweise hinsichtlich Qualität und Sicherheit. Der Ansatz sollte insbesondere für „Vorentwicklungsprojekte“ (PA2, 2020; PA4, 2020), aber auch für „Level 3 SPICE für Serienentwicklungsprojekte“ (PA2, 2020) anwendbar sein. Zudem können durch

den Ansatz vor allem „junge Projektleiter“ (PA2, 2020) unterstützt werden. Der Ansatz könnte also „für nahezu jeden Anwendungsbereich von Entwicklungsprozessen“ (PA3, 2020) nutzbar sein, da es fast überall eine „große Varianz an Entwicklungsprojekten“ (PA3, 2020) gibt. Zudem wurde der Ansatz als „prinzipiell kompatibel mit Agilität“ (PA1, 2020) eingeschätzt, wobei Agilität alleine durch den SOLL-Prozess Baukasten „schwer abzubilden“ (PA1, 2020) ist und die „Passung der Organisation zu Agilität“ (PA1, 2020) eine wichtigere Rolle spielt.

Als Verbesserungsvorschläge nannten die Prozesssautoren vorwiegend Aspekte, die es zu prüfen gilt und je nach Zielsetzung und Anwendungsfall des Ansatzes relevant für die Umsetzung sein können. So wurde vor allem die Adaptionsmöglichkeit des SOLL-Prozess Vorschlags und des SOLL-Prozesses durch den jeweiligen Projektleiter hinterfragt. Hier wurde vorgeschlagen, dass die Prüfung und Anpassung des SOLL-Prozess Vorschlags durch einen Prozessautor oder einen Prozessexperten erfolgen sollte. Die anschließende Adaption des SOLL-Prozesses durch den Projektleiter sollte sehr restriktive Freiheitsgrade umfassen, um eine ausreichende Prozessqualität sicherzustellen. Ein weiterer Verbesserungsvorschlag war das Ergänzen eines Best Practice, um Prozessautoren aufzuzeigen, wie sie den theoretischen Ansatz in der Praxis anwenden können.

6.4.3 Diskussion der Studie

Die Evaluation des entwickelten Ansatzes durch semistrukturierte Experteninterviews mit insgesamt vier Prozessautoren aus drei Unternehmen ergab ein positives Ergebnis. Die Sichtweise der Prozessautoren beleuchtete zusätzliche Aspekte des Ansatzes, wie beispielsweise die Eignung als Prozesslösung für SPICE Level 3. Zudem konnten der anvisierte Mehrwert und Anwendungsbereich des Ansatzes bestätigt und teilweise sogar um zusätzliche Aspekte erweitert werden. Die Prozessautoren waren der Meinung, dass die Adaption des SOLL-Prozess Vorschlags durch den Projektleiter, um einen initialen SOLL-Prozess zu erstellen so restriktiv wie möglich gestaltet sein sollte. Zudem wäre es am besten, wenn dieser Schritt durch den Prozessautor oder einen Prozessexperten durchgeführt oder mindestens unterstützt wird. Dies widerspricht teilweise der in Abschnitt 5.2.3 beschriebenen Methode, bei der der Projektleiter die Hoheit über die Projektplanung innehat. Jedoch dient eine eingeschränkte Prozessadaption auch der Sicherung der Prozessqualität, wobei es bei zu starken Einschränkungen zu einer Missachtung des Prozesses und einer geringen Prozessakzeptanz kommen kann.

7 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der vorigen Kapitel gesamtheitlich interpretiert, um so Erkenntnisse für die Bewertung der Forschungsthese, durch die Beantwortung der Forschungsfragen, zu synthetisieren. Zudem werden die wissenschaftliche Aussagekraft und die Limitierungen der Erkenntnisse diskutiert. Anschließend werden die Erkenntnisse in den bestehenden Stand der Forschung eingeordnet, um den wissenschaftlichen Beitrag der Arbeit zu induzieren.

Forschungsfrage 1

Welche Anforderungen ergeben sich an einen Entwicklungsprozess für automobilen Vorentwicklungsprojekte?

Für die Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurde die deskriptive Studie I in Kapitel 4 durchgeführt. Hierfür wurde eine umfangreiche Befragung zu den Problemen und Anforderungen des Vorentwicklungsprozesses bei der AUDI AG durchgeführt. Als Ergebnis konnten Anforderungen an eine prozessuale Unterstützung für die kontextspezifische Kombination strukturierender und flexibler Elemente in automobilen Vorentwicklungsprojekten synthetisiert werden. Somit war es möglich die erste Forschungsfrage zu beantworten. Hierdurch konnten alle erforderlichen Informationen für die nachfolgende präskriptive Studie ermittelt werden.

Da die Befragung jedoch ausschließlich innerhalb eines Unternehmens durchgeführt wurde, ergeben sich daraus Beschränkungen für die wissenschaftliche Übertragbarkeit der identifizierten Anforderungen auf andere Unternehmen in der Automobilindustrie. Betrachtet man jedoch die Faktoren, die einen signifikanten Einfluss auf die Gestaltung des Vorentwicklungsprozesses haben, so handelt es sich um Faktoren, die ebenfalls bei anderen Automobilherstellern in ähnlicher Ausprägung auftreten. Beispielsweise weisen Automobilhersteller eine ähnliche Fachbereichsstruktur in der technischen Entwicklung auf und sollten durch die Gleichartigkeit ihrer Produkte eine ähnliche Verteilung der jeweiligen Entwicklungsumfänge aufweisen. Aufgrund der Zielsetzung der Befragung war es jedoch wichtiger eine sehr detaillierte Analyse innerhalb eines Unternehmens durchzuführen, statt ein möglichst breites Spektrum an Unternehmen abzubilden.

Forschungsfrage 2

Welche systematische Unterstützung ist erforderlich, um Projektleiter automobiler Vorentwicklungsprojekte bei der Entwicklung von realistischen SOLL-Prozessen, bei gleichzeitiger Verstärkung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, zu fördern?

Für die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurde im Zuge der präskriptiven Studie in Kapitel 5 ein Ansatz zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen entwickelt. Der Ansatz umfasst neben einem Modell des SOLL-Prozess Baukastens ebenfalls eine Vorgehensweise für die Entwicklung und Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens in der Unternehmenspraxis. Das Modell des SOLL-Prozess Baukastens beinhaltet unterschiedliche Prozessmodultypen, die sich hierarchisch strukturieren lassen. Hierdurch kann ein bedarfsgerechter Detaillierungsgrad des jeweiligen, organisationsspezifischen SOLL-Prozess Baukastens realisiert werden. Durch die Abhängigkeiten, die mit Hilfe des SOLL-Prozess Baukastens abgebildet werden können, wird eine agile Kombination strukturierender und flexibler Elemente innerhalb des SOLL-Prozess Vorschlags ermöglicht. Hierzu zählt insbesondere die Kombination von regulativen Prozessmodulen und von Iterationen. Vor allem die Definition von Muss-Prozessmodulen und die Erfassung von Iterationen als Prozessmuster ermöglicht diese agile Kombination strukturierender und flexibler Elemente innerhalb des SOLL-Prozess Vorschlags. Durch die Kontextabhängigkeit der Prozessmodule wird zudem eine kontextspezifische Instanziierung und Konfiguration des SOLL-Prozess Vorschlags, sowie eine situationsspezifische Adaption des SOLL-Prozesses realisiert. Um Projektleiter bei der agilen, situations- und bedarfsgerechten Kombination strukturierender und flexibler Elemente durch den SOLL-Prozess Baukasten methodisch zu unterstützen, umfasst die zugehörige Vorgehensweise mehrere Methoden. So unterstützt die Vorgehensweise nicht nur Projektleiter bei der Nutzung von SOLL-Prozess Baukästen, sondern unterstützt jeweilige Prozessautoren ebenfalls bei der Identifikation von Anforderungen an einen Entwicklungsprozess und bei der Entwicklung eines organisationsspezifischen SOLL-Prozess Baukastens. Dementsprechend stellt die präskriptive Studie eine umfangreiche Antwort auf die zweite Forschungsfrage dar.

Als Limitierung ergibt sich jedoch, dass der entwickelte Ansatz, lediglich einen Beitrag zur agilen, situations- und bedarfsgerechten Kombination strukturierender und flexibler Elemente innerhalb von Entwicklungsprozessen leistet. Für einen ganzheitlichen Ansatz zur agilen, situations- und bedarfsgerechten Kombination strukturierender und flexibler Elemente ist es erforderlich zusätzlich die Organisationsstruktur und Unternehmenskultur zu adressieren. Im vorgestellten Ansatz wird jedoch be-

wusst davon abgesehen, die Veränderung der Organisationsstruktur und der Unternehmenskultur zu adressieren, da dies außerhalb des Verantwortungsbereiches von Prozessautoren liegt. Da die Organisationsstruktur und die Unternehmenskultur jedoch einen erheblichen Einfluss auf den erfolgreichen Einsatz von SOLL-Prozess Baukästen haben können, werden sie im Zuge der ersten Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse berücksichtigt. Weiterführend stellt der Realisierungsaufwand, der durch die Umfänglichkeit des Ansatzes bedingt wird, eine Einschränkung des Ansatzes dar. Dementsprechend ist es notwendig den Anwendungsbereich des Ansatzes, in dem er ein positives Aufwand-Nutzen-Verhältnis aufweist, zu verifizieren.

Forschungsfrage 3

Inwieweit wird durch diesen Ansatz die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, gefördert?

In Kapitel 6 wurde die deskriptive Studie II zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage durchgeführt. Hierfür wurde zunächst eine Live-Lab Studie durchgeführt, um die prinzipielle Realisierbarkeit und Anwendbarkeit des Ansatzes zu evaluieren (vgl. Abschnitt 6.1). Die Ergebnisse dieser Anwendungsstudie im Live-Lab IP 2019/20 zeigen, dass eine Realisierung und Anwendung des entwickelten Ansatzes grundsätzlich festgestellt werden konnte. Die Evaluationsergebnisse der Live-Lab Studie weisen darauf hin, dass der Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens zu einem umfangreicheren SOLL-Prozess mit einem höheren Informationsgehalt und somit auch zu einer höheren Prozessqualität führen kann. Aufgrund der, in Tabelle 3.1 dargestellten, Unterschiede der Live-Lab Untersuchungsumgebung und der anvisierten realen Anwendung ergibt sich jedoch nur eine teilweise Gültigkeit der Evaluationsergebnisse für die reale Anwendung in der Unternehmenspraxis. Dementsprechend wurden weiterführende Fallstudien durchgeführt. Die Fallstudie für die Evaluation des entwickelten Ansatzes in der automobilen Vorentwicklung wurde in Abschnitt 6.2 vorgestellt. Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass die Projektleiter der Meinung sind, dass der realisierte Ansatz sie bei der Entwicklung eines realistischen SOLL-Prozesses unterstützen kann. Zudem stimmte die Mehrheit der Projektleiter zu, dass sie mit Hilfe des Ansatzes einen realistischeren SOLL-Prozess entwickeln könnten als mit ihrer bisherigen Vorgehensweise. Durch diese Evaluationsstudie konnte die durchgängige Anwendbarkeit des Vorgehensmodells zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen gezeigt werden. Außerdem zeigen die Evaluationsergebnisse, dass der entwickelte Ansatz einen positiven Einfluss auf die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse hat und eine methodische Unterstüt-

zung der Projektleiter in der automobilen Vorentwicklung darstellt. Obwohl der Ansatz vorwiegend für Vorentwicklungsprojekte im Bereich Elektrik / Elektronik entwickelt wurde, war er ebenso nützlich für Projektleiter aus anderen Fachbereichen der automobilen Vorentwicklung. Nachdem die Ergebnisse der Fallstudie bereits einen positiven Einfluss auf die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse zeigen, wurde eine weitere Fallstudie in einem benachbarten Anwendungsbereich durchgeführt (vgl. Abschnitt 6.3). Ziel dieser Fallstudie war die Prüfung einer möglichen Übertragbarkeit ausgewählter Aspekte des entwickelten Ansatzes. Die Ergebnisse der zweiten Fallstudie zeigen, dass die Anwendung ausgewählter Aspekte des Ansatzes in einem benachbarten Anwendungsbereich ebenfalls möglich ist und einen positiven Einfluss auf die Prozessqualität des SOLL-Prozesses hat. Jedoch führt die Anwendung des Ansatzes zu einem sehr hohen Aufwand, der aus Sicht des Teilprojektleiters nicht verhältnismäßig für den Nutzen ist. Trotzdem zeigt die Fallstudie, dass eine prinzipielle Übertragbarkeit ausgewählter Aspekte des Ansatzes auf einen benachbarten Anwendungsbereich möglich und vielversprechend ist. Für eine nachhaltige Anwendung des Ansatzes in benachbarten Anwendungsbereichen ist dennoch eine Anpassung des Ansatzes an die jeweiligen Randbedingungen erforderlich. Nachdem sich die vorgestellten Studien auf die Anwendung des Ansatzes durch einen Projektleiter bzw. ein Projektteam fokussieren, wurde abschließend eine Fallstudie mit Prozessautoren aus drei Unternehmen durchgeführt. Hierdurch soll der Mehrwert des entwickelten Ansatzes aus der Perspektive der Prozessautoren evaluiert werden. Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass die Prozessautoren der Meinung sind, dass der Ansatz ein großes Potential für die Verbesserung der Prozessqualität, insbesondere in Hinblick auf A-SPICE Level 3, und für die Arbeits erleichterung in der automobilen Vorentwicklung birgt. Zudem bestätigten die Prozessautoren, dass sich der entwickelte Ansatz insbesondere für Organisationseinheiten eignet, dessen Projekte heterogene Anforderungen an den Entwicklungsprozess aufweisen. Insgesamt weisen die Evaluationsergebnisse der Studien darauf hin, dass der entwickelte Ansatz einen positiven Einfluss auf die Entwicklung realistischer SOLL-Prozess hat und sowohl eine Unterstützung für Projektleiter wie auch für Prozessautoren darstellt.

Als Beschränkung der Ergebnisse ergibt sich jedoch, dass lediglich eine Fallstudie mit 21 Probanden in der automobilen Vorentwicklung durchgeführt wurde, in der der gesamte Ansatz realisiert und angewendet wurde. Für einen empirischen Beweis des Nutzens des entwickelten Ansatzes sind weitere Fallstudien in anderen Unternehmen desselben Anwendungsbereichs erforderlich. Durch das Studiendesign der Fallstudie war es jedoch trotzdem möglich unterschiedliche Organisationseinheiten der automobilen Vorentwicklung abzubilden. Diese Fallstudie konnte aufgrund der Rahmenbedingungen lediglich als Anwendungsstudie und nicht als Erfolgsstudie

(Success Study nach DRM) durchgeführt werden, was ebenfalls zu Einschränkungen der Ergebnisse führt. Die zwei weiteren Anwendungsstudien im Live-Lab IP 2019/20 und für das Teilprojekt zur Entwicklung einer Komponente für vollautomatisiertes Fahren, decken lediglich Teile des definierten Anwendungsbereiches des entwickelten Ansatzes ab. Daraus ergibt sich eine verminderte wissenschaftliche Aussagekraft für die Evaluation des entwickelten Ansatzes. Dies wurde jedoch beim jeweiligen Studiendesign und bei der Zielsetzung der Studien berücksichtigt. Weiterführend wurden im Zuge der vierten Studie zur Evaluation des Ansatzes lediglich semistrukturierte Experteninterviews mit vier Prozessautoren aus drei unterschiedlichen Unternehmen durchgeführt. Für eine bessere Aussagekraft der Ergebnisse, wäre es erforderlich eine Fallstudie durchzuführen, in der die Prozessautoren den vorgestellten Ansatz eigenständig anzuwenden. Da die deskriptive Studie II im Sinne der DRM lediglich initial durchgeführt wurde, sind die durchgeführten Studien ausreichend, um erste Erkenntnisse für die Falsifizierung oder Nicht-Falsifizierung der Forschungsthese zu synthetisieren.

Forschungsthese

Der Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens führt zu einer Vereinfachung des Prozessmanagements heterogener Entwicklungsprojekte, bei gleichzeitiger Verstärkung der Prozessqualität und fördert die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse durch einen Projektleiter.

Basierend auf der Beantwortung der Forschungsfragen kann die aufgestellte Forschungsthese nicht abgelehnt werden. Zudem konnte der in Abschnitt 3.1 formulierte Anwendungsbereich der vorliegenden Arbeit bestätigt werden.

Vergleicht man den entwickelten Ansatz der vorliegenden Arbeit mit bestehenden Ansätzen aus der Literatur, so ergeben sich zwar Überschneidungen einzelner Aspekte des Ansatzes mit Ansätzen aus der Literatur, jedoch gibt es keinen vollumfänglichen Ansatz der alle Aspekte vereint.

Der entwickelte Ansatz lässt sich thematisch in das Forschungsgebiet der flexiblen Entwicklungsprozesse in der Produktentwicklung einordnen. Eine Übersicht, der in diesem Forschungsgebiet etablierten Forschungsarbeiten wurden bereits in Abschnitt 2.2.4 gegeben. Basierend auf dem in Abschnitt 2.4 durchgeführten Vergleich der Forschungsarbeiten wird nachfolgend der entwickelte Ansatz eingeordnet. Der Prozessbaukasten nach PONN und LINDEMANN (2006) und die adaptive Produktentwicklungsmethodik nach MEIBNER und BLESSING (2006b) weisen die größte Ähnlichkeit mit dem in der vorliegenden Arbeit entwickelten Modell eines SOLL-Prozess Baukastens auf. Der Prozessbaukasten weist ebenfalls eine modulare, vernetzte

und hierarchische Struktur auf, beinhaltet jedoch lediglich vordefinierte Prozessbausteine und Methoden die entsprechend der Entwicklungssituation konfiguriert werden können. Die adaptive Produktentwicklungsmethodik ist lediglich aus Prozessmodulen aufgebaut, welche entsprechend dem Entwicklungskontext auf drei Abstraktionsebenen konfiguriert werden können. Im Gegensatz zu diesen beiden Ansätzen umfasst das entwickelte Modell des SOLL-Prozess Baukastens unterschiedliche Prozessmodultypen, die je nach Anwendungsbereich als Prozessmodule genutzt werden können. Dies ermöglicht eine höhere Flexibilität der Prozessgestaltung durch die zusätzliche Kombinationsmöglichkeit unterschiedlicher Prozessmodultypen. Ein weiterer Unterschied ist, dass bei der Nutzung des SOLL-Prozess Baukastens eine zweistufige Instanziierung bzw. Adaption der Prozessmodule vorgesehen ist. Dies ermöglicht zunächst eine kontextspezifische Instanziierung des SOLL-Prozess Vorschlags und eine anschließende, repetitive Adaption des SOLL-Prozesses an die jeweilige Entwicklungssituation. Dies birgt den Vorteil einer sowohl geführten als auch schlanken Anwendung für den jeweiligen Projektleiter. Weiterführend umfasst die Forschungsarbeit von HOLLAUER et al. (2017a) einen adaptierbaren Entwicklungsprozess, der von einer Organisationseinheit, basierend auf dem jeweiligen Entwicklungskontext, einmalig adaptiert werden kann, um so einen geeigneten Referenzprozess abzuleiten. Zudem umfasst die Forschungsarbeit eine Methode für die Adaption und Konkretisierung des generischen Entwicklungsprozesses. Einige Teile dieser Methode finden sich ebenfalls im Vorgehensmodell der vorliegenden Arbeit zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen wieder. Das Vorgehensmodell wurde jedoch in drei Methoden unterteilt, um die Anwendung durch den Prozessautor bzw. durch den Projektleiter voneinander zu trennen. Aus der Forschungsarbeit von HOLLAUER et al. (2017a) geht nicht eindeutig hervor, wer der Anwender der Methode sein kann und ob die Methode einmalig oder projektbegleitend durchgeführt wird.

Im Bereich der Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse in der Produktentwicklung gibt es nur wenige Forschungsarbeiten (vgl. Abschnitt 2.2.2). Um an dieser Stelle einen wissenschaftlichen Beitrag zu leisten, umfasst die Methode zur Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse, als Teil der vorliegenden Arbeit, die gesammelten Erkenntnisse bei der Durchführung der Deskriptiven Studie I dieser Arbeit.

Weiterführend leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Konkretisierung des ASD Ansatzes nach ALBERS et al. (2019c). Nachfolgend wird der Zusammenhang zwischen den ASD Prinzipien und den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit aufgezeigt und diskutiert:

- **Der Mensch steht im Zentrum der Produktentwicklung:** Dieses Prinzip wird durch das nutzerzentrierte Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen berücksichtigt. Durch die konsequente Fokussierung dieses Prinzips konnte insbesondere in der ersten Fallstudie der Mehrwert des entwickelten Ansatzes aufgezeigt werden.
- **Jeder Produktentstehungsprozess ist einzigartig und individuell:** Dieses Prinzip stellt eine Prämisse für die vorliegende Arbeit dar und findet Berücksichtigung durch die kontextspezifische Instanziierung und Konfiguration eines aufgabenspezifischen SOLL-Prozess Vorschlags.
- **Agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente:** Insbesondere dieses ASD Prinzip stellt ein wichtiges Grundelement für diese gesamte Arbeit dar. Dementsprechend kommt dieses Prinzip insbesondere bei der kontextspezifischen Instanziierung und Konfiguration von SOLL-Prozess Vorschlägen zum Tragen.
- **Jedes Prozesselement lässt sich im ZHO-Systemtripel verorten und jede Aktivität basiert auf den Grundoperatoren Analyse und Synthese:** Dieses Prinzip wird im Modell des SOLL-Prozess Baukastens berücksichtigt. So lassen sich die unterschiedlichen Prozessmodultypen im ZHO-Systemtripel verorten.
- **Alle Aktivitäten der Produktentwicklung sind als Problemlösungsprozess zu verstehen:** Dieses Prinzip wurde an zwei Stellen der vorliegenden Arbeit realisiert. Einerseits wurde der Problemlösungsprozess SPALTEN für die Strukturierung des Vorgehensmodells genutzt und lässt sich so als Problemlösungsprozess der Basisaktivität Projekt managen im iPeM (Albers et al., 2016c) verorten. Andererseits wurde dieses Prinzip im Zuge der Evaluationsstudien berücksichtigt, um eine ausreichende Vollständigkeit der identifizierten Prozessmodule zu gewährleisten.
- **Jedes Produkt wird auf Basis von Referenzen entwickelt:** Die vorliegende Arbeit umfasst ebenfalls einen Beitrag zur Konkretisierung dieses Prinzips, durch die Übertragung des Prinzips auf die Entwicklung von Prozessen. So stellt der organisationspezifische SOLL-Prozess Baukasten die Gesamtheit der relevanten Referenz-Handlungssystem-Elemente dar. Weiterführend kann aus diesen Referenz-Handlungssystem-Elementen durch die Übernahmevariation und die Ausprägungsvariation ein SOLL-Prozess Vorschlag instanziiert

und konfiguriert werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit einer Prinzipvariation durch das Hinzufügen neuer Prozesselemente im SOLL-Prozess durch den Projektleiter.

- **Produktprofile, Invention und Markteinführung bilden die notwendigen Bestandteile des Innovationsprozesses:** Dieses Prinzip wurde vorwiegend bei der Realisierung des SOLL-Prozess Baukastens im Zuge der Anwendungsstudien berücksichtigt. Dementsprechend wurden die Elemente Produktprofil, Invention und Markteinführung und zugehöriger Handlungssystemelemente als Prozesselemente des SOLL-Prozess Baukastens der Anwendungsstudien genutzt.
- **Frühe und kontinuierliche Validierung dient dem kontinuierlichen Abgleich zwischen Problem und dessen Lösung:** Dieses Prinzip wurde ebenfalls vorwiegend bei der Realisierung der SOLL-Prozess Baukastens im Zuge der Anwendungsstudien berücksichtigt. Durch eine Abstraktion dieses Prinzips dient es jedoch zusätzlich als Grundlage für die situationspezifische Adaption des SOLL-Prozesses basierend auf dem repetitiven Abgleich des IST- und des SOLL-Prozesses.
- **Für eine situations- und bedarfsgerechte Unterstützung in jedem Entwicklungsvorhaben müssen Denkweisen, Methoden und Prozesse skalierbar sein:** Dieses Prinzip wurde ebenfalls als Grundlage für das Modell des SOLL-Prozess Baukastens genutzt. Durch den Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens ist es nämlich möglich den SOLL-Prozess Vorschlag entsprechend des jeweiligen Entwicklungsprojektes zu skalieren. Zudem ist der SOLL-Prozess Baukasten selbst skalierbar, indem der Prozessautor die Anzahl der relevanten Prozessmodultypen beliebig variieren kann und ebenfalls die Flexibilität des SOLL-Prozess Baukastens durch restriktive Prozessmuster und Prozesselemente steuern kann.

8 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel zusammengefasst und im anschließenden Ausblick werden weiterführende Forschungsarbeiten angeregt.

8.1 Zusammenfassung

Aufgrund des großen Innovationspotentials und des anvisierten Neuentwicklungsanteils gelten Vorentwicklungsprojekte als stark risikobehaftet und unterliegen einem hohen Maß an Unsicherheit. Vor diesem Hintergrund kann insbesondere der Einsatz agiler Vorgehensweisen zum Gelingen der unsicherheitsbehafteten Vorentwicklungsprojekte beitragen. Da jedoch automobiler Vorentwicklungsabteilungen eine Reihe prozessualer Anforderungen erfüllen müssen, erscheint oftmals der ausschließliche Einsatz agiler Vorgehensweisen als unmöglich. Für die Auflösung dieses Konfliktes birgt insbesondere die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente als zweites Prinzip des ASD Ansatzes ein großes Potential. Für die Realisierung dieses Prinzips in Hinblick auf automobiler Vorentwicklungsprozesse scheint insbesondere der Einsatz modularer Prozessbaukästen, z.B. PONN und LINDEMANN (2006), geeignet zu sein. Mit Hilfe einer Literaturanalyse war es möglich die bestehenden Ansätze für flexible Prozesse aus der Literatur zu vergleichen, um so Kriterien für den zu entwickelnden Ansatz für flexible und adaptive Prozesse zu synthetisieren. In Tabelle 8.1 sind die erforderlichen Kriterien für den zu entwickelnden Ansatz dargestellt.

Tabelle 8.1: Erforderliche Kriterien für den Ansatz für flexible Prozesse

Kriterium	Ausprägung
Anwender des Ansatzes	Prozessautor für Konzipierung des SOLL-Prozess Baukastens, Projektleiter für Nutzung des SOLL-Prozess Baukastens
Zeitpunkt und Häufigkeit der Anwendung	Initiale Konzipierung SOLL-Prozess Baukastens, initiale Projektplanung, Anpassung SOLL-Prozess während Projekt, Projektdokumentation
Berücksichtigte Prozesselemente	Abbildbarkeit aller Prozesselemente, die im jeweiligen Anwendungsfall erforderlich sind
Struktur bzw. Aufbau des Ansatzes	Modular, vernetzt, hierarchisch
Berücksichtigte Einflüsse für die Adaption	Entwicklungskontext (inklusive Nutzer, Produkt/System), Entwicklungssituation
Freiheitsgrade des Ansatzes	Kombination von verpflichtenden Prozesselementen und empfohlenen Prozesselementen

Daraus wurden die folgende Zielsetzung und der Anwendungsbereich der Arbeit deduziert.

Ziel dieser Arbeit

Diese Arbeit soll einen Beitrag zum Verständnis von SOLL-Prozess Baukästen für die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente in SOLL-Prozessen leisten. Ein SOLL-Prozess Baukasten umfasst das bestehende Prozesswissen einer Organisationseinheit. Durch die gezielte Übernahme, sowie Adaption der bestehenden Prozesselemente und deren Rekombination sollen SOLL-Prozess Vorschläge instanziiert und konfiguriert werden. Diese SOLL-Prozess Vorschläge sind auf das jeweilige Entwicklungsprojekt maßgeschneidert, um den Projektleiter bei der Projektplanung bestmöglich zu unterstützen. Hierdurch soll die Erstellung realistischer SOLL-Prozesse durch den Projektleiter gefördert werden.

Anwendungsbereich dieser Arbeit

Der Anwendungsbereich dieser Arbeit fokussiert vor allem Organisationseinheiten mit einer sehr hohen Projektdivergenz, einer hohen Dynamik des Umfeldes und einer hohen Unsicherheit hinsichtlich des Produkterfolges, insbesondere der technischen Unsicherheit, Marktunsicherheit und Prozessunsicherheit durch neue Richtlinien. Die Projekte der Organisationseinheit zeichnen sich durch heterogene Anforderungen an den übergeordneten Referenzprozess aus.

Für die Operationalisierung der Forschungszielsetzung im beschriebenen Anwendungsbereich, wurden die folgenden drei Forschungsfragen formuliert:

1. Welche Anforderungen ergeben sich an einen Entwicklungsprozess für automobiler Vorentwicklungsprojekte?
2. Welche systematische Unterstützung ist erforderlich, um Projektleiter automobiler Vorentwicklungsprojekte bei der Entwicklung von realistischen SOLL-Prozessen, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, zu fördern?
3. Inwieweit wird durch diesen Ansatz die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse, bei gleichzeitiger Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements, gefördert?

Als Vorgehensweise für die Beantwortung der Forschungsfragen wird DRM genutzt. Das Ergebnis der ersten DRM Phase, der Klärung des Forschungsgegenstandes, stellt das zuvor beschriebene Zielsystem der vorliegenden Arbeit dar.

Die anschließende deskriptive Studie I dient der Beantwortung der ersten Forschungsfrage und forciert die Identifikation von Anforderungen an eine prozessuale Unterstützung in der automobilen Vorentwicklung. Diese prozessuale Unterstützung bezieht sich dabei auf die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente innerhalb des Entwicklungsprozesses. Die Identifikation der Anforderungen, wurde empirisch durchgeführt. Im Zuge einer Befragung mit 96 Teilnehmern aus unterschiedlichen Vorentwicklungsabteilungen der AUDI AG wurden die Anforderungen der Prozessanwender identifiziert. Durch Expertengespräche mit weiteren Stakeholdern des Vorentwicklungsprozesses konnten zusätzliche Anforderungen identifiziert werden.

Basierend auf den identifizierten Anforderungen und den abgeleiteten Kriterien aus der Literaturanalyse wurde im Zuge der präskriptiven Studie ein Ansatz zur Entwicklung von SOLL-Prozess Baukästen für die agile, situations- und bedarfsgerechte Kombination strukturierender und flexibler Elemente in SOLL-Prozessen entwickelt. Der Ansatz besteht aus dem Modell des SOLL-Prozess Baukastens und einem Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen.

Ein SOLL-Prozess Baukasten ist definiert als die Menge aller Prozesselemente, die dem zugehörigen Regelwerk folgen, mit dem Ziel, aus diesen Prozesselementen kontextspezifische SOLL-Prozess Vorschläge mit jeweils unterschiedlicher Menge aller aufgabenspezifischen Tätigkeiten instanzieren und konfigurieren zu können. Dementsprechend umfasst das Modell des SOLL-Prozess Baukastens unterschiedliche Typen von Prozesselementen, welche die Prozessmodule des SOLL-Prozess Baukastens darstellen. Zu den berücksichtigten Prozesselementtypen zählen Ziele, Meilensteine / Reviews, Phasen / Sprints, Deliverables, sowie Aktivitäten, Sub-Aktivitäten, Methoden, Aufgaben, aber auch Tools und Rollen. Das Regelwerk des SOLL-Prozess Baukastens wird durch drei unterschiedliche Arten von Abhängigkeiten der Prozessmodule abgebildet. Hierzu zählen Prozessmuster zwischen Prozessmodulen desselben Typs, die Abhängigkeit untergeordneter Prozessmodultypen und die Kontextabhängigkeit der Prozessmodule.

Das Vorgehensmodell zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen wurde durch die Problemlösungsmethode SPALTEN strukturiert. Zudem lässt sich das Vorgehensmodell in drei Methoden untergliedern, die je nach Anwendungsfall und Anwender voneinander unabhängig oder zusammenhängend im Zuge des Vorgehensmodells durchgeführt werden können. Die erste Methode forciert die Identifikation von Anforderungen an Entwicklungsprozesse und unterstützt Prozessautoren bei der Situationsanalyse und Problemeingrenzung. Als Ergebnis dieser Methode liegen dem Prozessautor ausreichend Informationen, beispielsweise in Form von Anforderungen, vor, um eine geeignete Prozessarchitektur, wie

einen SOLL-Prozess Baukasten, zu konzipieren. Insofern die identifizierten Anforderungen den Einsatz eines SOLL-Prozess Baukastens begünstigen kann die Methode zur Entwicklung organisationspezifischer SOLL-Prozess Baukästen durch den Prozessautor angewendet werden. In dieser Methode definiert der Prozessautor zunächst den Geltungsbereich des SOLL-Prozess Baukastens, um anschließend geeignete Prozesselemente und Abhängigkeiten zu identifizieren und diese als Prozessmodule bzw. als Regelwerk des SOLL-Prozess Baukastens zu definieren. Nachfolgend kann eine Entscheidung über die Implementierung und Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens in der Organisation getroffen werden. Die dritte Methode unterstützt an dieser Stelle die Umsetzung und Anwendung des SOLL-Prozess Baukastens durch einen jeweiligen Projektleiter. Hierbei wird zunächst ein aufgabenspezifischer SOLL-Prozess Vorschlag basierend auf dem charakterisierten Entwicklungskontext instanziiert und konfiguriert. Anschließend kann der Projektleiter einen projektspezifischen SOLL-Prozess basierend auf dem SOLL-Prozess Vorschlag erstellen. Während der Projektdurchführung wird der Projektleiter zudem bei der situationspezifischen Adaption des SOLL-Prozesses unterstützt. Nach einer erfolgreichen Projektdurchführung kann der dokumentierte IST-Prozess zur Synthese von Lessons Learned und Best Practices, aber auch als Datengrundlage für die Weiterentwicklung des SOLL-Prozess Baukastens genutzt werden.

In der deskriptiven Studie II wurden insgesamt vier Studien zur Evaluation des entwickelten Ansatzes durchgeführt. Durch die Live-Lab Studie in IP 2019/20 konnte die prinzipielle Realisierbarkeit und Anwendbarkeit des Ansatzes gezeigt werden. Zudem implizieren die Evaluationsergebnisse der Live-Lab Studie, dass der entwickelte Ansatz einen positiven Einfluss auf den Informationsgehalt und Detaillierungsgrad des SOLL-Prozesses hat. Die Evaluationsergebnisse der anschließenden Anwendungsstudie mit insgesamt 21 Projektleitern aus unterschiedlichen Vorentwicklungsabteilungen der AUDI AG zeigen, dass der entwickelte Ansatz den Projektleiter bei der Entwicklung eines realistischen SOLL-Prozesses unterstützt. Zudem stimmten die Projektleiter überwiegend zu, dass sie mit Hilfe des Ansatzes realistischere SOLL-Prozesse erstellen könnten als mit ihrer bisherigen Vorgehensweise. Die dritte Anwendungsstudie bei einem deutschen Premium-Automobilhersteller außerhalb des VW Konzerns zeigt, dass ausgewählte Aspekte des Ansatzes, bei entsprechender Anpassung ebenfalls in einen benachbarten Anwendungsbereich übertragbar sind und einen positiven Einfluss auf die Gestaltung des SOLL-Prozesses haben. Die abschließende Interviewstudie mit insgesamt vier Prozessautoren der AUDI AG, von VW Pkw und der Porsche AG bestätigt den Mehrwert und Anwendungsbereich des entwickelten Ansatzes. Gesamtheitlich betrachtet konnte durch die deskriptive Studie II neben der Realisierbarkeit und Anwendbarkeit des entwickelten Ansatzes in unterschiedlichen Anwendungsfällen, ebenfalls ein

positiver Einfluss auf die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse zur Verstetigung der Prozessqualität und Vereinfachung des Prozessmanagements gezeigt werden.

8.2 Ausblick

Basierend auf den Ergebnissen und Erkenntnissen dieser Forschungsarbeit ergeben sich Anknüpfungspunkte für weiterführende Forschungsarbeiten, welche nachfolgend kurz vorgestellt werden.

Erfolgsstudien zur Evaluation des Nutzens des entwickelten Ansatzes in der Unternehmenspraxis: Neben den durchgeführten Anwendungsstudien ist es ebenfalls erforderlich Erfolgsstudien für den Nachweis des Nutzens des entwickelten Ansatzes durchzuführen. Aufgrund der Umfänglichkeit des entwickelten Ansatzes empfiehlt es sich zunächst die einzelnen Aspekte des Ansatzes durch Erfolgsstudien zu evaluieren. Entsprechend der Ergebnisse der einzelnen Erfolgsstudien ist es möglich eine umfassende Erfolgsstudie zur gesamtheitlichen Evaluation des Nutzens des entwickelten Ansatzes durchzuführen. Als Grundlage hierfür kann der bereits identifizierte Nutzen des entwickelten Ansatzes aus den Anwendungsstudien genutzt werden. Basierend auf den Ergebnissen der Erfolgsstudien kann dann eine belastbare Aussage über das Aufwand-Nutzen-Verhältnis des entwickelten Ansatzes getroffen werden.

Weiterführende Evaluation des entwickelten Ansatzes innerhalb anderer Organisationseinheiten und benachbarter Anwendungsbereiche: Die Ergebnisse aus den Fallstudien verdeutlichen bereits das Potential des entwickelten Ansatzes. Jedoch sind weitere Fallstudien in anderen Organisationseinheiten innerhalb des definierten Anwendungsbereiches erforderlich, um eine belastbarere Aussage über den Einfluss des Ansatzes auf die Entwicklung realistischer SOLL-Prozesse machen zu können. Zudem können Fallstudien in benachbarten Anwendungsbereichen dazu beitragen, die Übertragbarkeit des Ansatzes zu evaluieren und gegebenenfalls den definierten Anwendungsbereich auszuweiten.

Nutzung von Data Science Methoden für die Konzipierung und kontinuierliche Weiterentwicklung von SOLL-Prozess Baukästen: Mit Hilfe geeigneter Data Science Methoden kann die Identifikation von Prozessmodulen, sowie deren Abhängigkeiten aus dokumentierten IST-Prozessen erleichtert werden. Hierfür ist jedoch eine große Menge und hohe Qualität der Prozessdaten erforderlich, die als Grundlage für die vorliegende Arbeit nicht verfügbar war. Jedoch kann durch die Implementierung des entwickelten Ansatzes der IST-Prozess standardisiert erfasst werden, wodurch die Qualität der Datengrundlage verbessert werden kann. Aufgrund der großen Anzahl an Einflussfaktoren auf die Prozessgestaltung empfiehlt es sich nicht Machine Learning Methoden für die Konzipierung eines gesamten SOLL-Prozess Vorschlags einzusetzen. Hierfür wären nämlich mehrere 10.000 durchgeführte IST-Prozesse inklusive der Dokumentation der beeinflussenden Faktoren in einer ausreichenden Qualität erforderlich. Da diese Datengrundlage nur mit einem sehr hohen Aufwand generiert werden kann, kann stattdessen der Einsatz von Machine Learning Methoden für einzelne Aspekte des entwickelten Ansatzes sinnvoll sein. Beispielsweise umfasst der Ansatz eine Methodenempfehlung entsprechend der vorliegenden Entwicklungssituation. Bei der Anwendung des Ansatzes treten sehr viele unterschiedliche Entwicklungssituationen auf, in der der jeweilige Projektleiter je eine passende Methode auswählt, anwendet und teilweise dokumentiert. Für diesen Aspekt des entwickelten Ansatzes kann es beispielsweise verhältnismäßig einfacher sein Machine Learning Methoden einzusetzen. Gesamtheitlich betrachtet stellt der Einsatz von Data Science Methoden für die Unterstützung von Entwicklungsprozessen ein wenig erforschtes Gebiet dar, das jedoch großes Potential, aber auch einige Hürden für den produktiven Einsatz in der Unternehmenspraxis birgt.

Operationalisierung der Prinzipien des ASD Ansatzes und Konkretisierung für jeweilige Anwendungsfelder: Im Zuge dieser Arbeit wurde ein Beitrag zur Operationalisierung des dritten ASD Prinzips in Hinblick auf die Gestaltung von Entwicklungsprozessen in der automobilen Vorentwicklung geleistet. Daraus ergibt sich als weiterführender Forschungsbedarf, das dritte ASD Prinzip ebenfalls für die Organisationsstruktur und die Unternehmenskultur zu operationalisieren und für den definierten Anwendungsbereich zu konkretisieren. Auf übergeordneter Ebene birgt die Operationalisierung aller weiteren ASD Prinzipien und eine Konkretisierung für jeweilige Anwendungsfelder viele Potentiale für weitere Forschungsarbeiten. Hierfür ist insbesondere eine ausführliche Untersuchung des Einflusses externer Kontext-Faktoren auf die anwendungsfallspezifische Ausprägung der ASD Prinzipien erforderlich.

Literaturverzeichnis

- Albers, A. (2010), Five hypotheses about engineering processes and their consequences, in *Proceedings of the TMCE 2010* (S. 343-356). Ancona, Italy.
- Albers, A., Behrendt, M., Klingler, S., Reiß, N. & Bursac, N. (2017a), Agile product engineering through continuous validation in PGE–Product Generation Engineering. *Design science*, 3. Cambridge University Press. doi: 10.1017/dsj.2017.5
- Albers, A. & Braun, A. (2011), A generalised framework to compass and to support complex product engineering processes, in *International Journal of Product Development*, Band 15 Nr. 1/2/3, S. 6.
- Albers, A., Braun, A. & Muschik, S. (2010), Ein Beitrag zum Verständnis des Aktivitätsbegriffs im System der Produktentstehung, in *Tag des Systems Engineering*, München.
- Albers, A., Bursac, N. & Rapp, S. (2017b), PGE – Produktgenerationsentwicklung am Beispiel des Zweimassenschwungrads, in *Forschung im Ingenieurwesen*, Band 81 Nr. 1, S. 13–31. <https://doi.org/10.1007/s10010-016-0210-0>
- Albers, A., Bursac, N., & Wintergerst, E. (2015a, June). Produktgenerationsentwicklung–Bedeutung und Herausforderungen aus einer entwicklungsmethodischen Perspektive. In *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung* (Vol. 2015), Stuttgart.
- Albers, A., Gladysz, B., Heitger, N., & Wilmsen, M. (2016a). Categories of product innovations—A prospective categorization framework for innovation projects in early development phases based on empirical data. *Procedia CIRP*, 50, S. 135-140, Stockholm, Schweden. doi: 10.1016/j.procir.2016.04.197
- Albers, A., Haug, F., Fahl, J., Hirschter, T., Reinemann, J., & Rapp, S. (2018a, October). Customer-oriented product development: supporting the development of the complete vehicle through the systematic use of Engineering generations. In *2018 IEEE international Systems Engineering symposium (ISSE)* (S. 1-8). IEEE. Rom, Italien.

- Albers, A., Haug, F., Heitger, N., Fahl, J., & Hirschter, T. (2019a). Entwicklungsgenerationen zur Steuerung der PGE—Produktgenerationsentwicklung: Von der Bauteil-zur Funktionsorientierung in der Automobilentwicklung. In *Stuttgarter Symp. Für Produktentwicklung (SSP 2019)* (S. 253-262). Stuttgart, Deutschland.
- Albers, A., Heimicke, J., Müller, J., & Spadinger, M. (2019b). Agility and its features in mechatronic system development: A systematic literature review. In *ISPIM Conference Proceedings* (S. 1-13). The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM). Florence, Italy.
- Albers, A., Heimicke, J., Spadinger, M., Reiss, N., Breitschuh, J., Richter, T., ... & Marthaler, F. (2019c). A systematic approach to situation-adequate mechatronic system development by ASD-Agile Systems Design. In *Procedia CIRP* (S. 1015-1022), 84. Póvoa de Varzim, Portugal.
- Albers, A., Heimicke, J., Walter, B., Basedow, G. N., Reiß, N., Heitger, N., ... & Bursac, N. (2018b). Product Profiles: Modelling customer benefits as a foundation to bring inventions to innovations. In *Procedia CIRP* (S. 253-258), 70. Nantes, France.
- Albers, A., Lohmeyer, Q., & Ebel, B. (2011). Dimensions of objectives in interdisciplinary product development projects. In *DS 68-2: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11), Impacting Society through Engineering Design, Vol. 2: Design Theory and Research Methodology, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15.-19.08. 2011* (pp. 256-265).
- Albers, A., Rapp, S., Birk, C., & Bursac, N. (2017c). Die Frühe Phase der PGE—Produktgenerationsentwicklung. In *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung* (Vol. 2017). Stuttgart, Deutschland.
- Albers, A., Rapp, S., Fahl, J., Hirschter, T., Revfi, S., Schulz, M., ... & Spadinger, M. (2020, May). Proposing a generalized description of variations in different types of systems by the model of PGE—Product Generation Engineering. In *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference* (Vol. 1, S. 2235-2244). Cambridge University Press. Dubrovnik, Croatia.
- Albers, A., Rapp, S., Peglow, N., Stürmlinger, T., Heimicke, J., Wattenberg, F., & Wessels, H. (2019d). Variations as Activity Patterns: A Basis for Project Planning in PGE—Product Generation Engineering. *Procedia CIRP* (S. 966-972), 84. Póvoa de Varzim, Portugal.

- Albers, A., Rapp, S., Spadinger, M., Richter, T., Birk, C., Marthaler, F., ... & Wessels, H. (2019e, July). The reference system in the model of PGE: proposing a generalized description of reference products and their interrelations. In *Proceedings of the design society: international conference on engineering design* (Vol. 1, No. 1, S. 1693-1702). Cambridge University Press, Delft, Netherlands.
- Albers, A., Reiß, N., Bursac, N., & Breitschuh, J. (2016b). 15 Years of SPALTEN problem solving methodology in product development. DS 85-1: Proceedings of NordDesign 2016, Volume 1, Trondheim, Norway, 10th-12th August 2016, 411-420.
- Albers, A., Reiss, N., Bursac, N., & Richter, T. (2016c). iPeM–integrated product engineering model in context of product generation engineering. *Procedia CIRP*, 50, 100-105. Stockholm, Sweden.
- Albers, A., Reiss, N., Bursac, N., Urbanec, J. & Ludcke, R. (2014), “Situation-Appropriate Method Selection in Product Development Process – Empirical Study of Method Application”, *DS 81: Proceedings of NordDesign 2014, Espoo, Finland 27-29th August 2014*, S. 550–559.
- Albers, A., Reiß, N., Bursac, N., Walter, B., & Gladysz, B. (2015b, June). InnoFox–Situationsspezifische methodenempfehlung im produktentstehungsprozess. In *Stuttgarter Symposium für Produktentwicklung* (Vol. 2015). Stuttgart: Fraunhofer Verl.
- Albers, A., Scherer, H., Bursac, N., & Rachenkova, G. (2015c). Model based systems engineering in construction kit development–two case studies. *Procedia CIRP*, 36, 129-134. Haifa, Israel.
- Albers, A., Walter, B., Wilmsen, M., & Bursac, N. (2018c). Live-labs as real-world validation environments for design methods. In *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (pp. 13-24). Dubrovnik, Croatia.
- Albers, A., Wilmsen, M., & Gericke, K. (2021). Approach for the development and application of target process module sets. In *Proceedings of the Design Society*, 1, S. 531-540. Gothenburg, Sweden.

- Allah Bukhsh, Z., Sinderen, M. V., Sikkel, K., & Quartel, D. (2017, July). How to manage and model unstructured business processes: A proposed list of representational requirements. In *International Conference on E-Business and Telecommunications* (S. 81-103). Springer, Cham.
- Arndt, C., Hermanns, C., Kuchen, H., & Poldner, M. (2009). Best Practices in der Softwareentwicklung. *Münster: Förderkreis der Angewandten Informatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster (Working paper/Förderkreis der Angewandten Informatik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster eV, No. 1)*.
- Atzberger, A., Nicklas, S. J., Schrof, J., Weiss, S., & Paetzold, K. (2020). Agile Entwicklung physischer Produkte. *Eine Studie zum aktuellen Stand in der industriellen Praxis. Neubiberg: Universitätsbibliothek der Universität der Bundeswehr München*.
- Bavendiek, A. K., Inkeremann, D., & Vietor, T. (2014). Konzept zur Methodenbeschreibung und -auswahl auf Basis von Kompetenzen und Zusammensetzung von Entwicklungsteams. *Design for X: Beiträge zum*, 25, 215-226. Bamberg, Germany.
- Becerril, L., Stahlmann, J. T., Beck, J., & Lindemann, U. (2017). Usability of processes in engineering design. In *DS 87-2 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17) Vol 2: Design Processes, Design Organisation and Management, Vancouver, Canada, 21-25.08*. (S. 249-258).
- Bendel, O. (2019), "Definition: Agilität", *Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH*, 7. Januar, verfügbar unter: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/agilitaet-99882> (zuletzt besucht 5. April 2020).
- Bergqvist, J., & Gordani Shahri, N. (2018). *Large-scale agile transformation-A case study of Volvo Cars' transformation process* (Master's thesis). Chalmers University of Technology. Gothenburg, Sweden.
- Birkhofer, H., Jänsch, J., & Klobberdanz, H. (2005). An extensive and detailed view of the application of design methods and methodology in industry. In *DS 35: Proceedings ICED 05, the 15th International Conference on Engineering Design, Melbourne, Australia, 15.-18.08. 2005* (S. 276-277).
- Blessing, L.T.M. & Chakrabarti, A. (2009), *DRM: A Design Research Methodology*. Springer London, London.

- Booz, Allen & Hamilton (1982). *New products management for the 1980s*. Booz Allen Hamilton, New York, NY.
- Bratzel, S., Retterath, G. & Hauke, N. (2015), *Automobilzulieferer in Bewegung: Strategische Herausforderungen für mittelständische Unternehmen in einem turbulenten Umfeld*, Nomos Verlag, Baden-Baden, Germany.
- Braun, T., & Lindemann, U. (2004). Method Adaptation-A way to improve methodical product development. In *DS 32: Proceedings of DESIGN 2004, the 8th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia*.
- Browning, T. R. (2010). On the alignment of the purposes and views of process models in project management. In *Journal of Operations Management*, 28(4), S. 316-332. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2009.11.007>
- Browning, T. R., Fricke, E., & Negele, H. (2006). Key concepts in modeling product development processes. *Systems Engineering*, 9(2), 104-128. doi: 10.1002/sys.20047
- Buchmüller, M. (2019). Anstieg der Modularisierungsbedeutung aufgrund der Gesichtspunkte Vielfalt und Komplexität sowie die Grenzen und Potentiale der Produktmodularisierung im Kontext zu anderen bestehenden Methoden. In *Nachhaltigkeit und Produktmodularisierung* (S. 33-66). Springer Gabler, Wiesbaden.
- Bursac, N. (2016), *Model Based Systems Engineering zur Unterstützung der Baukastenentwicklung im Kontext der Frühen Phase der Produktgenerationsentwicklung* (Dissertation, IPEK, Institut für Produktentwicklung), Karlsruhe.
- Cooper, R. G. (1988). Predevelopment activities determine new product success. *Industrial Marketing Management*, 17(3), 237-247.
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: a new tool for managing new products. In *Business horizons*, 33(3), 44-54.
- Cooper, R.G. (2016), Agile–Stage-Gate Hybrids. In *Research-Technology Management*, Band 59 Nr. 1, S. 21–29. <https://doi.org/10.1080/08956308.2016.1117317>
- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1993). Screening new products for potential winners. *Long range planning*, 26(6), 74-81.

- Cruel, E., Hübner, U., Garthaus, M., Gök, M., Zimansky, M., Remmers, H., & Rienhoff, O. (2012). Requirements Engineering für Referenzmodelle mittels eines multimethodischen Vorgehensmodells. *MWKI*, 317-327. Braunschweig: Institut für Wirtschaftsinformatik.
- Denning, S. (2020), Why And How Volvo Embraces Agile At Scale, *Forbes*, 26. Januar, verfügbar unter: <https://www.forbes.com/sites/stevedenning/2020/01/26/how-volvo-embraces-agile-at-scale/?sh=4ce947014cf0> (zuletzt besucht 21. November 2020).
- Dick, J., Hull, E. & Jackson, K. (2017), *Requirements Engineering*, Springer, Cham.
- DIN 69901-5 (2009), *DIN 69901-5 Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe*.
- DIN EN ISO 9000 (2015), *DIN EN ISO 9000 Qualitätsmanagementsysteme*, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- DIN EN ISO 9241-210 (2011), *DIN EN ISO 9241-210:2011-01, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion_ - Teil_210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO_9241-210:2010); Deutsche Fassung EN_ISO_9241-210:2010*, Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Dziallas, M., & Blind, K. (2019). Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. *Technovation*, 80, 3-29. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
- Feldhusen, J., & Grote, K. H. (2013). Der Produktentstehungsprozess (PEP). In *Pahl/Beitz Konstruktionslehre* (pp. 11-24). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
- Fowler, M. & Highsmith, J. (2001), The agile manifesto. *Software development*, 9(8), S. 28-35.
- Gassmann, O. & Schweitzer, F. (Hrsg.) (2014), *Management of the Fuzzy Front End of Innovation*, Springer International Publishing, Cham.
- Gausemeier, J., & Moehringner, S. (2003). New guideline Vdi 2206-a flexible procedure model for the design of mechatronic systems. In *DS 31: Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design, Stockholm*.

- Gericke, K., & Blessing, L. (2012). An analysis of design process models across disciplines. In *DS 70: Proceedings of DESIGN 2012, the 12th international design conference*. Dubrovnik, Croatia.
- Gericke, K., Eckert, C. M., & Wynn, D. (2016). Towards a framework of choices made during the lifecycles of process models. In *DS 84: Proceedings of the DESIGN 2016 14th International Design Conference* (S. 1275-1284). Dubrovnik, Croatia.
- Gericke, K., Meißner, M., & Paetzold, K. (2013). Understanding the context of product development. In *DS 75-3: Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design (ICED13) Design For Harmonies, Vol. 3: Design Organisation and Management, Seoul, Korea 19-22.08. 2013*.
- Götz, A., & Maier, T. (2007). An adaptive product development process for engineers and industrial design engineers. In *DS 42: Proceedings of ICED 2007, the 16th International Conference on Engineering Design, Paris, France, 28.-31.07. 2007* (S. 185-186).
- Großklaus, R.H.G. (2014), *Von der Produktidee zum Markterfolg*, Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Guérineau, B., Rivest, L., Bricogne, M., Durupt, A., & Eynard, B. (2018, May). Towards a design-method selection framework for multidisciplinary product development. In *15th International Design Conference* (S. 2879-2890). Dubrovnik, Croatia.
- Haberfellner, R., Weck, O. D., Fricke, E., & Vössner, S. (2019). Process Models: Systems Engineering and Others. In *Systems Engineering* (pp. 27-98). Birkhäuser, Cham.
- Haberfellner, R., Weck, O. de, Fricke, E. & Vössner, S. (2019b), *Systems Engineering: Fundamentals and Applications*. Springer.
- Hales, C. & Gooch, S. (2004), *Managing Engineering Design*, Springer Science & Business Media.
- Hallerbach, A., Bauer, T., & Reichert, M. (2008). Context-based configuration of process variants. *3rd International Workshop on Technologies for Context-Aware Business Process Management (TCoB 2008)*.

- Heimicke, J., Scheib, C., & Albers, A. (2020). Dealing with development risk and complexity in planning situations within product engineering processes. *Procedia CIRP*, 91, 220-229. Pretoria, South Africa.
- Hilt, M. J., Wagner, D., Osterlehner, V., & Kampker, A. (2016). Agile predevelopment of production technologies for electric energy storage systems—a case study in the automotive industry. *Procedia Cirp*, 50, 88-93. Stockholm, Sweden.
- Hollauer, C., Becerril, L., Kattner, N., Weidmann, D., Chucholowski, N., & Lindemann, U. (2017a, January). Adaptable mechatronic engineering design processes: process reference model and methodology. In *International Conference on Research into Design* (S. 597-607). Springer, Singapore.
- Hollauer, C., Frisch, B., Wilberg, J., Omer, M., & Lindemann, U. (2017b). Design of flexible product development processes-An automotive case study. In *DS 87-2 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17) Vol 2: Design Processes, Design Organisation and Management, Vancouver, Canada, 21-25.08. 2017* (S. 289-298).
- Hollauer, C., Langner, M., & Lindemann, U. (2018). Supporting tailoring of complex product development processes: An approach based on structural modelling and analysis. In *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (S. 769-780). Dubrovnik, Croatia.
- Kannengiesser, U. (2010). Towards a methodology for flexible process specification. *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures (EMISAJ)*, 5(3), 44-63.
- Knapp, J., Zeratsky, J. & Kowitz, B. (2016), *Sprint: How to Solve Big Problems and Test New Ideas in Just Five Days*, Simon and Schuster.
- Koberg, C. S., Detienne, D. R., & Heppard, K. A. (2003). An empirical test of environmental, organizational, and process factors affecting incremental and radical innovation. *The Journal of High Technology Management Research*, 14(1), 21-45. [https://doi.org/10.1016/S1047-8310\(03\)00003-8](https://doi.org/10.1016/S1047-8310(03)00003-8)
- Kraftfahrt-Bundesamt - Marken, Hersteller (2020), verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/MarkenHersteller/marken_hersteller_node.html (zuletzt besucht 5. April 2020).

- Krause, D. & Gebhardt, N. (2018), *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien: Hohe Produktvielfalt beherrschbar entwickeln*, Springer-Verlag; Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, 47(260), 583-621.
- Kumar, A., & Yao, W. (2012). Design and management of flexible process variants using templates and rules. *Computers in Industry*, 63(2), 112-130.
- Li, X. Y., Shao, X. Y., & Gao, L. (2008). Optimization of flexible process planning by genetic programming. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 38(1), 143-153.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Lindemann, U. (2009). Vorgehensmodelle, Grundprinzipien und Methoden. In *Methodische Entwicklung technischer Produkte* (pp. 33-63). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Liu, X., Veera, C. S., Sun, Y., Noguchi, K., & Kyoya, Y. (2004, September). Priority assessment of software requirements from multiple perspectives. In *Proceedings of the 28th Annual International Computer Software and Applications Conference, 2004. COMPSAC 2004.* (S. 410-415). IEEE. Missouri.
- Lohmeyer, Q. (2013), *Menschzentrierte Modellierung von Produktentstehungssystemen unter besonderer Berücksichtigung der Synthese und Analyse dynamischer Zielsysteme* (Dissertation, IPEK, Institut für Produktentwicklung), Karlsruhe.
- MacCormack, A., Verganti, R., & Iansiti, M. (2001). Developing products on "Internet time": The anatomy of a flexible development process. *Management science*, 47(1), 133-150.
- Marxen, L. (2014), *A Framework for Design Support Development based on the integrated Product Engineering Model iPeM* (Dissertation, IPEK, Institut für Produktentwicklung), Karlsruhe.
- Matook, S., & Indulska, M. (2009). Improving the quality of process reference models: A quality function deployment-based approach. *Decision Support Systems*, 47(1), 60-71.

- Meinel, C., Leifer, L. & Plattner, H. (Hrsg.) (2011), *Design Thinking*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Meißner, M., & Blessing, L. (2006a). Defining an adaptive product development methodology. In *DS 36: Proceedings DESIGN 2006, the 9th International Design Conference, Dubrovnik, Croatia* (pp. 69-78).
- Meißner, M., & Blessing, L. (2006b). Eine Vorgehensweise zur projektspezifischen Gestaltung eines methodenunterstützten Produktentwicklungsprozesses. In *DFX 2006: Proceedings of the 17th Symposium on Design for X, Neukirchen/Erlangen, Germany, 12.-13.10. 2006* (pp. 51-60).
- Meißner, M., Gericke, K., Gries, B., & Blessing, L. (2005). Eine adaptive Produktentwicklungsmethodik als Beitrag zur Prozessgestaltung in der Produktentwicklung. In *DFX 2005: Proceedings of the 16th Symposium on Design for X, Neukirchen/Erlangen, Germany, 13.-14.10. 2005*.
- Müllerleile, T. (2019). Einflussfaktoren der Prozessakzeptanz. In *Prozessakzeptanz* (S. 77-99). Springer Gabler, Wiesbaden.
- Murphy, S. A., & Kumar, V. (1996). The role of predevelopment activities and firm attributes in new product success. *Technovation*, 16(8), 431-449.
- Nobelius, D., & Sundgren, N. (2002). Managerial issues in parts sharing among product development projects: a case study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 19(1), 59-73.
- Nunes, V. T., Werner, C. M. L., & Santoro, F. M. (2011, June). Dynamic process adaptation: A context-aware approach. In *Proceedings of the 2011 15th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)* (S. 97-104). IEEE. Lausanne, Switzerland.
- Oerding, J. (2009), "Ein Beitrag zum Modellverständnis der Produktentstehung - Strukturierung von Zielsystemen mittels C&CM" (Dissertation, IPEK, Institut für Produktentwicklung), Karlsruhe.
- Paasivaara, M., Behm, B., Lassenius, C., & Hallikainen, M. (2018). Large-scale agile transformation at Ericsson: a case study. *Empirical Software Engineering*, 23(5), 2550-2596. <https://doi.org/10.1007/s10664-017-9555-8>
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. & Grote, K.-H. (2007), *Engineering Design: A Systematic Approach*, Springer London, London.

- Ponn, J., Braun, T., & Lindemann, U. (2004). Zielgerichtete Produktentwicklung durch modulare Prozessstrukturen und situationsgerechte Methodenauswahl. In *DFX 2004: Proceedings of the 15th Symposium on Design for X, Neukirchen/Erlangen, Germany, 14.-15.10. 2004* (pp. 113-122).
- Ponn, J., & Lindemann, U. (2005). Characterization of design situations and processes and a process module set for product development. In *DS 35: Proceedings ICED 05, the 15th International Conference on Engineering Design, Melbourne, Australia, 15.-18.08. 2005*.
- Ponn, J., & Lindemann, U. (2006). Systematisches Vorgehen und gezielter Methodeinsatz unter Berücksichtigung der Entwicklungssituation. In *DFX 2006: Proceedings of the 17th Symposium on Design for X, Neukirchen/Erlangen, Germany, 12.-13.10. 2006* (pp. 69-80).
- Ponn, J. & Lindemann, U. (2011), *Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte: Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltlösungen*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Ponn, J. (2007), *Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte*, Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2007, *Produktentwicklung*, 1. Aufl., Dr. Hut, München.
- Redding, G., Dumas, M., Ter Hofstede, A. H., & Iordachescu, A. (2009, July). Modelling flexible processes with business objects. In *2009 IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing* (pp. 41-48). IEEE. Vienna.
- Reiß, N., Bursac, N., Albers, A., Walter, B., & Gladysz, B. (2016). Method recommendation and application in agile product development processes. In *DS 84: Proceedings of the DESIGN 2016 14th International Design Conference* (pp. 401-410). Dubrovnik, Croatia.
- Ries, E. (2011), *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*, Erste, Crown Business.
- Riesener, M., Dölle, C., Ays, J., & Ays, J. L. (2018, December). Hybridization of development projects through process-related combination of agile and plan-driven approaches. In *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 602-606). IEEE. Bangkok, Thailand.

- Ropohl, G. (2009), *Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik*, KIT Scientific Publishing. Karlsruhe.
- Royce, W. W. (1987, March). Managing the development of large software systems: concepts and techniques. In *Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering* (S. 328-338). Monterey California USA.
- Schröder, A. (2010), Die Gestaltung einer erfolgreichen Vorentwicklung, in Becker, L. (Ed.), *Die frühe Innovationsphase: Methoden und Strategien für die Vorentwicklung*, Symposium Publishing GmbH. Düsseldorf.
- Schrof, J., Schmidt, T. S., & Paetzold, K. (2018). Eignungsanalyse agiler Prinzipien für die Entwicklung physischer Produkte. In *29th Symposium on Design for X (DFX'18)* (pp. 61-72). Tutzing, Deutschland.
- Schuh, G., Gartzten, T., Soucy-Bouchard, S., & Basse, F. (2017). Enabling agility in product development through an adaptive engineering change management. *Procedia cirp*, 63, 342-347. Cranfield, UK.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2011). The scrum guide. *Scrum Alliance*, 21(1).
- Sharafi, A., Wolfenstetter, T., Wolf, P., & Krcmar, H. (2010, December). Comparing product development models to identify process coverage and current gaps: A literature review. In *2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1732-1736). IEEE. Macao, China.
- VDI 2206 (2004), *VDI 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme*, Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- VDI 2221 (2019a), *VDI 2221: Blatt 1 Entwicklung technischer Produkte und Systeme - Modell der Produktentwicklung*, Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- VDI 2221 (2019b), *VDI 2221: Blatt 2 Entwicklung technischer Produkte und Systeme - Gestaltung individueller Produktentwicklungsprozesse*, Verein Deutscher Ingenieure e.V.
- VDI 2223 (2004), *VDI 2223: Methodisches Entwerfen technischer Produkte; Systematic embodiment design of technical products*, Verein Deutscher Ingenieure e.V.

- Verworn, B., & Herstatt, C. (2007). Bedeutung und Charakteristika der frühen Phasen des Innovationsprozesses. In *Management der frühen Innovationsphasen* (S. 3-19). Gabler.
- Walter, B., Albers, A., Haupt, F., & Bursac, N. (2016, October). Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor–Konzipierung und Implementierung eines Live-Lab. In *27. Dfx-Symposium* (S. 283-295). Jesteburg, Deutschland.
- Weber, C. (2014). Modelling products and product development based on characteristics and properties. In *An Anthology of theories and models of design* (S. 327-352). Springer, London.
- Westerbuhr, F. (2020), Airbus: Octane leverages SAFe methodology adoption to enhance DevOps and agile software/system development and testing environment, *Micro Focus*.
- Wiktionary, Definition Kontext, verfügbar unter: <https://de.wiktionary.org/wiki/Kontext> (zuletzt besucht 5. April 2020).
- Wilmsen, M., Dühr, K., & Albers, A. (2019a). A context-model for adapting design processes and methods. *Procedia CIRP*, 84, 428-433. Póvoa de Varzim, Portugal.
- Wilmsen, M., Dühr, K., Heimicke, J., & Albers, A. (2019b, July). The first steps towards innovation: A reference process for developing product profiles. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design* (Vol. 1, No. 1, S. 1673-1682). Cambridge University Press. Delft, Netherlands.
- Wilmsen, M., Gericke, K., Jäckle, M., & Albers, A. (2020, May). Method for the identification of requirements for designing reference processes. In *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference* (Vol. 1, S. 1175-1184). Cambridge University Press. Dubrovnik, Croatia.
- Wilmsen, M., Groschopf, L., & Albers, A. (2019c). Establishing innovation: Relevant process steps for the automotive predevelopment process. In *R&D Management Conference*. Paris, France.
- Wilmsen, M., Keiber, J., & Albers, A. (2019d). Entwicklung von Erklärungsmodellen für die flexible Prozess- und Projektplanung. *Vorausschau und Technologieplanung*, 513–527. Berlin, Deutschland.

Wynn, D. C., & Clarkson, P. J. (2018). Process models in design and development. *Research in Engineering Design*, 29(2), 161-202.

Wynn, D. C., & Eckert, C. M. (2017). Perspectives on iteration in design and development. *Research in Engineering Design*, 28(2), 153-184.

Studentische Abschlussarbeiten die im Kontext dieser Dissertation am IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vom Autor Co-betreut wurden:

Jäckle, M. (2019): Entwurf eines Vorgehensmodells für die kontextbasierte Planung und Strukturierung von Entwicklungsprozessen in interdisziplinären Teilprojekten am Beispiel der Entwicklung des vollautomatisierten Fahrens (IPEK-Abschlussarbeit 3912). IPEK - Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Betreuer: Albers, A., Co-Betreuer: Wilmsen, M., Bleimund, F., Karlsruhe.

Keiber, J. (2019): Analyse der Prozessgestaltung von agilen Produktentwicklungsprojekten am Beispiel der Konzipierung und frühen Validierung von Produktideen (IPEK-Abschlussarbeit 3909). IPEK - Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Betreuer: Albers, A., Co-Betreuer: Terzidis, O., Wilmsen, M., Karlsruhe.

Studentische Abschlussarbeiten die im Kontext dieser Dissertation zitiert wurden⁵⁴:

Brehl, C. (2019): Konzipierung eines adaptiven Prozessmodells für die automobilen Vorentwicklung. Institut für Automatisierungs- und Systemtechnik an der Technischen Universität Ilmenau. Betreuer: Shardt, Y., Praxisbetreuerin: Wilmsen, M.

Weber, S.B. (2019): Approach for the context- and situation-specific selection and adaption of design methods for predevelopment projects in the automotive industry. Faculty of Business Administration at the University of Applied Sciences Landshut. Betreuer: Kumpf, A., Praxisbetreuerin: Wilmsen, M.

⁵⁴ Diese Abschlussarbeiten entstanden im Zuge meiner kooperativen Promotion mit der AUDI AG, bei denen ich als Praxisbetreuer fungiert habe. Die Abschlussarbeiten verweisen auf entsprechende wissenschaftliche Gespräche in denen gemeinsam an den jeweiligen Konzepten gearbeitet wurde.

Auflistung der referenzierten Experteninterviews

- PA1 (2020), *Experteninterview 1: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit Prozessautoren*, Ingolstadt. (siehe Anhang H)
- PA2 (2020), *Experteninterview 2: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit Prozessautoren*, Ingolstadt. (siehe Anhang H)
- PA3 (2020), *Experteninterview 3: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit Prozessautoren*, Ingolstadt. (siehe Anhang H)
- PA4 (2020), *Experteninterview 4: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit Prozessautoren*, Ingolstadt. (siehe Anhang H)
- PL01 (2019), *Experteninterview 1: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG*, Ingolstadt. (siehe Anhang G)
- PL02 (2020), *Experteninterview 2: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG*, Ingolstadt. (siehe Anhang G)
- PL03 (2019), *Experteninterview 3: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG*, Ingolstadt. (siehe Anhang G)
- PL04 (2020), *Experteninterview 4: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG*, Ingolstadt. (siehe Anhang G)
- PL05 (2020), *Experteninterview 5: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG*, Ingolstadt. (siehe Anhang G)
- PL06 (2019), *Experteninterview 6: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG*, Ingolstadt. (siehe Anhang G)

- PL07 (2019), *Experteninterview 7: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL08 (2020), *Experteninterview 8: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL09 (2020), *Experteninterview 9: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL10 (2020), *Experteninterview 10: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL11 (2020), *Experteninterview 11: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL12 (2020), *Experteninterview 12: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL13 (2020), *Experteninterview 13: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL14 (2020), *Experteninterview 14: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL15 (2020), *Experteninterview 15: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL16 (2020), *Experteninterview 16: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)

- PL17 (2020), *Experteninterview 17: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL18 (2020), *Experteninterview 18: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL19 (2020), *Experteninterview 19: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL20 (2020), *Experteninterview 20: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)
- PL21 (2020), *Experteninterview 21: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.* (siehe Anhang G)

Auflistung aller wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Doktorandin

- Albers, A., Bursac, N., Eckert, C. M., Walter, B., Wilmsen, M., & Heimicke, J. (2018). Agile Method Development: A live-lab Case Study on Product Properties for Process Planning. In *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (S. 713-724). Dubrovnik, Croatia.
- Albers, A., Gladysz, B., Heitger, N., & Wilmsen, M. (2016a). Categories of product innovations—A prospective categorization framework for innovation projects in early development phases based on empirical data. *Procedia CIRP*, 50, S. 135-140, Stockholm, Schweden. doi: 10.1016/j.procir.2016.04.197
- Albers, A., Walter, B., Wilmsen, M., & Bursac, N. (2018). Live-labs as real-world validation environments for design methods. In *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (pp. 13-24). Dubrovnik, Croatia.
- Albers, A., Wilmsen, M., & Gericke, K. (2021). Approach for the development and application of target process module sets. In *Proceedings of the Design Society*, 1, S. 531-540. Gothenburg, Sweden.
- Basedow, G. N., Heimicke, J., Albers, A., Wilmsen, M., & Marthaler, F. (2018). Improving R&D Success: Exploring modeling approaches for product profiles. In *40th R&D Management Conference*. Milan, Italy.
- Gericke, K., Eckert, C., Campean, F., Clarkson, P. J., Flening, E., Isaksson, O., ... & Wilmsen, M. (2020). Supporting designers: moving from method menagerie to method ecosystem. *Design Science*, 6. Cambridge. doi: 10.1017/dsj.2020.21
- Niever, M., Richter, T., Duehr, K., Wilmsen, M., Lanz, L., Walter, B., ... & Hahn, C. (2020). KaLeP: A Holistic Case-Based Action Learning Environment to Educate Successful Future Engineers. *Athens Journal of Education*, 7(3), S. 297-311.
- Walter, B., Wilmsen, M., Albers, A., & Bursac, N. (2017). Zukunftsmanagement in Zeiten der Digitalisierung: Die Szenario-Technik als Innovationsmethode in der standortverteilten Produktentwicklung. In *Proceedings 12. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung 2017*. Berlin, Deutschland.

- Wilmsen, M., Dühr, K., & Albers, A. (2019). A context-model for adapting design processes and methods. *Procedia CIRP*, 84, 428-433. Póvoa de Varzim, Portugal.
- Wilmsen, M., Dühr, K., Heimicke, J., & Albers, A. (2019, July). The first steps towards innovation: A reference process for developing product profiles. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design* (Vol. 1, No. 1, S. 1673-1682). Cambridge University Press. Delft, Netherlands.
- Wilmsen, M., Gericke, K., Jäckle, M., & Albers, A. (2020, May). Method for the identification of requirements for designing reference processes. In *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference* (Vol. 1, S. 1175-1184). Cambridge University Press. Dubrovnik, Croatia.
- Wilmsen, M., Groschopf, L., & Albers, A. (2019). Establishing innovation: Relevant process steps for the automotive predevelopment process. In *R&D Management Conference*. Paris, France.
- Wilmsen, M., Keiber, J., & Albers, A. (2019). Entwicklung von Erklärungsmodellen für die flexible Prozess- und Projektplanung. *Vorausschau und Technologieplanung*, S. 513–527. Berlin, Deutschland.
- Wilmsen, M., Spadinger, M., Albers, A., Nguyen, C. M., & Heimicke, J. (2019). Iterationsarten und deren Auslöser in der Frühen Phase der PGE–Produktgenerationsentwicklung. In *ENTWICKELN ENTWERFEN ERLEBEN in Produktentwicklung und Design 2019*, S. 339-353. Dresden, Deutschland.

Anhang

A: Betrachtete Literatur zur Identifikation der Prozessmerkmale

Eigenschaftsdimension	VDI 2018	Albers und Braun 2011	Albers und Ford 2019	Albers et al. 2019	Beck et al. 2001	Clarkson und Eckert 2005	Feldhusen und Grote 2013
Detaillierungsgrad	x				x	x	
Ressourcenzuweisung	x	x	x	x	x		x
Reihenfolge	x	x					
Arbeitsweise	x	x	x				x
Puffer							x
Überprüfung des Standes		x	x		x		x
Kommunikation des Standes		x			x	x	
Anzahl der Arbeitspakete	x		x				x
Eigenschaftsdimension	Hess1996	Levardy Browning 2009	Lynley und Ford 2007	Meissner und Blessing 2006	Negle et al. 1999	Clarkson und Wynn 2011	Oesterle et al. 2011
Detaillierungsgrad	x						x
Ressourcenzuweisung	x	x	x	x			x
Reihenfolge		x	x		x		
Arbeitsweise		x	x	x	x		
Puffer			x				
Überprüfung des Standes							
Kommunikation des Standes					x		
Anzahl der Arbeitspakete		x			x		
Eigenschaftsdimension	Pfeffer et al. 2019	Schmidt2012	Smith und Morrow 1999	Unger 2003	Wynn und Clarkson 2018		
Detaillierungsgrad	x						
Ressourcenzuweisung	x		x				
Reihenfolge		x	x	x			
Arbeitsweise	x	x		x			
Puffer							
Überprüfung des Standes							
Kommunikation des Standes	x						
Anzahl der Arbeitspakete							

B: Fragebogen für die empirische Untersuchung von Prozessen und Methoden in automobilen Vorentwicklungsprojekten

Befragung zu Vorentwicklungsprozess

Befragung zu Vorentwicklungsprozess

Einleitung

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

diese Mitarbeiterbefragung beschäftigt sich mit dem **Vorentwicklungsprozess** der [REDACTED] und soll **aktuelle Probleme**, sowie **Anforderungen** und **Potentiale** für die **Verbesserung dieses Prozesses** innerhalb der unterschiedlichen Abteilungen identifizieren.

Diese Befragung wird im Zeitraum vom **26.11.2018 – 07.12.2018** durchgeführt und die Durchführung der Umfrage wird ca. **15-20 Minuten** dauern.

Alle Angaben werden **anonym erfasst** und es kann somit kein Rückschluss auf einzelne Personen gezogen werden.

Durch Ihre Teilnahme an dieser Umfrage tragen Sie maßgeblich zur Verbesserung des Vorentwicklungsprozesses bei. **Hierfür möchte ich mich vorab recht herzlich bei Ihnen bedanken!**

Bei Interesse an den Ergebnissen der Befragung oder bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an [REDACTED].

Mit freundlichen Grüßen

[REDACTED]

Hauptteil Fragebogen

Angaben zu VE-Projektleiter

1. In welchem technischen Fachbereich sind Sie tätig?*

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

Weitere: _____

2. Waren Sie bereits oder sind Sie aktuell Projektleiter eines VE-Projektes? *

- Ja, ich bin bzw. war VE-Projektleiter
- Nein, aber ich arbeite an einem VE-Projekt mit
- Nein, ich habe noch nie an einem VE-Projekt gearbeitet

3. Wie lange arbeiten Sie bereits an Vorentwicklungsprojekten?

_____ Jahre

Angaben zu VE-Projekt

Für die folgenden Fragen ist es notwendig, dass Sie diese basierend auf Ihren Erfahrungen mit Ihrem aktuellsten VE-Projekt beantworten. Denken Sie daher bitte an Ihr aktuell laufendes bzw. zuletzt abgeschlossenes VE-Projekt.

4. Wie würden Sie die Art des zentralen Endergebnisses Ihres VE-Projektes charakterisieren? *
(Mehrfachnennungen möglich)
 - Kundenfunktion
 - Enabler
 - UX-/HMI-Konzept
 - Service, vor Kunde
 - Mechatronisches Teilsystem
 - Algorithmus
 - Weitere: _____

5. Wie schätzen Sie die fachspezifische Verteilung der Entwicklungsumfänge in Ihrem VE-Projekt ein? (Angabe in Prozent [%])
 - _____ % Software
 - _____ % Elektronik
 - _____ % Mechanik
 - _____ % Weitere: _____

6. Wie viele interne Mitarbeiter arbeiten bzw. arbeiteten maximal in Ihrem VE-Projekt? (Mit Ihnen eingeschlossen) *
_____ Mitarbeiter

7. Wie viele unterschiedliche interne Abteilungen sind bzw. waren maximal an Ihrem VE-Projekt aktiv beteiligt? (Inklusive beteiligter Serienpaten)
_____ interne Abteilungen

8. Wie viele externe Parteien innerhalb des Konzerns sind bzw. waren maximal an Ihrem Projekt beteiligt?
_____ Parteien

9. Wie viele externe externe Parteien (z.B. Zulieferer, etc.) sind bzw. waren maximal an Ihrem Projekt beteiligt?

_____ Parteien

10. Wie hoch ist das bisher erhaltene und beantragte Gesamtbudget Ihres VE-Projektes? (über mehrere Jahre kumuliert)

- < 100.000€ 500.000€ - 1.000.000€
 100.000€ - 499.999€ > 1.000.000€

11. Über welchen Zeitraum erstreckt sich die Laufzeit Ihres VE-Projektes?

Start: _____ [Jahr] Ende (geplant): _____ [Jahr]

12. Falls Ihr VE-Projekt noch nicht abgeschlossen ist, in welcher Phase befindet sich Ihr VE-Projekt derzeit?

- VE-Priorisierung Absicherung
 Analyse Übergabe an Serie
 Konzeption Abgeschlossen

Angaben zu Vorentwicklungsprozess

13. Gibt es in Ihrem Fachbereich einen definierten Vorentwicklungsprozess?

- Ja Ich weiß es nicht sicher
 Nein

14.a. Gibt es Ihrer Meinung nach einen Bedarf den Vorentwicklungsprozess zu überarbeiten?

- Ja Nein

Falls ja, was würden Sie überarbeiten?

14.b. Gibt es Ihrer Meinung nach einen Bedarf einen Vorentwicklungsprozess zu implementieren?

- Ja Nein

Falls ja, was würden Sie implementieren?

Befragung zu Vorentwicklungsprozess

15. Was sind Ihrer Meinung nach die **größten Probleme** des **Vorentwicklungsprozesses**? Bitte geben Sie an, wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen.

	Ich stimme zu	Ich stimme eher zu	Ich stimme eher nicht zu	Ich stimme nicht zu	Keine Angabe
Der Prozess unterstützt mich nicht in meiner Rolle als VE-Projektleiter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Prozess ist nicht ausführlich genug dokumentiert	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Prozess ist nicht oder nur teilweise anwendbar für aktuelle Projekte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Prozess ermöglicht keine agile Vorgehensweise	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Prozess ist zu allgemein / abstrakt (keine Projekt-spezifischen Prozessschritte)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Prozess ist unvollständig, es fehlen wichtige Prozessschritte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Der Prozess umfasst keine Methoden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es gibt keinen Verantwortlichen für den Prozess	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(+) um weitere Probleme hinzuzufügen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sonstiges: _____

Haben Sie Kommentare oder Anmerkungen zu den größten Problemen des Vorentwicklungsprozesses? [Freitext]

Befragung zu Vorentwicklungsprozess

16. Bitte geben Sie an, in welcher Phase Sie die folgenden Tätigkeiten innerhalb Ihres VE-Projektes durchgeführt haben, bzw. werden. (Mehrfachnennungen möglich)

Tätigkeiten \ Phasen	Ideenfindung neue VE-Themen	Vorarbeiten zu neuem VE-Projekt	VE-Priorisierung	Analyse	Konzeption	Absicherung	Übergabe an Serie	Keine Angabe
Recherchen zu Kunden, Wettbewerbern, Patenten, Technologien, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identifikation von technischen Innovationspotentialen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identifikation von Anwender-, Kunden- oder Anbieternutzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Generierung von neuen Lösungsideen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bewertung und Auswahl von Lösungsideen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entwicklung von Konzepten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kostenplanung & -abschätzung (Geschäftsmodell)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vergleich von Konzepten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prototypische Umsetzung von Konzepten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Validierung (Absicherung Anwender- und Kundennutzen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifizierung (Absicherung technischen Machbarkeit)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dokumentation der Projektergebnisse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Austausch und technische Abstimmung mit Serien-Fachbereich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informationsbeschaffung innerhalb des Unternehmens (aus anderen Abteilungen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abstimmung und Klärung von Rechtsthemen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(+) um weitere Tätigkeiten hinzuzufügen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Haben Sie Kommentare oder Anmerkungen zu den Tätigkeiten innerhalb von Vorentwicklungsprojekten? [Freitext]

Befragung zu Vorentwicklungsprozess

17. Bei welchen der folgenden Tätigkeiten treten bzw. traten in Ihrem VE-Projekt **methodische Probleme** auf oder wünschen Sie sich eine **methodische Unterstützung**? (z.B. Unbekannte Vorgaben, fehlendes Wissen, Unterstützung durch Best Practices, Methoden, Experten etc.)
Bitte fokussieren Sie sich auf die **drei wichtigsten Tätigkeiten** und erläutern Sie die jeweiligen Probleme oder Unterstützungen kurz.

- Recherchen zu Kunden, Wettbewerbern, Patenten, Technologien, etc.

- Identifikation von technischen Innovationspotentialen

- Identifikation von Anwender-, Kunden- oder Anbieternutzen

- Generierung von neuen Lösungsideen

- Bewertung und Auswahl von Lösungsideen

- Entwicklung von Konzepten

- Kostenplanung & -abschätzung (Geschäftsmodell, Business Case)

- Vergleich von Konzepten

- Prototypische Umsetzung von Konzepten

- Validierung von Konzepten (Absicherung des Anwender- und Kundennutzen)

- Verifizierung von Konzepten (Absicherung der technischen Machbarkeit)

- Dokumentation der Projektergebnisse

- Austausch und technische Abstimmung mit Serien-Fachbereich

- Informationsbeschaffung innerhalb des Unternehmens (aus anderen Abteilungen)

- Abstimmung und Klärung von Rechtsthemen

- (+) um weitere Tätigkeiten hinzuzufügen (können hier die zusätzliche Tätigkeiten aus voriger Frage kopiert werden?)

Haben Sie Kommentare oder Anmerkungen zu methodischen Problemen oder methodischen Unterstützungen innerhalb Ihres Vorentwicklungsprojektes? [Freitext]

Befragung zu Vorentwicklungsprozess

18. Was sind Ihrer Meinung nach die **drei wichtigsten Anforderungen** an den **Vorentwicklungs-prozess**? Bitte geben Sie für die TOP 3 Anforderungen eine Rangfolge an.

Anforderungen	Rang
<input type="radio"/> Der Prozess soll je nach Projektart (z.B. Enabler, Kundenfunktion, Hardware) unterschiedliche Prozessschritte umfassen	
<input type="radio"/> Der Prozess soll ebenfalls Best Practices, Anleitungen und Methoden umfassen	
<input type="radio"/> Der Prozess soll Iterationen und agile Arbeitsweisen ermöglichen	
<input type="radio"/> Der Prozess soll als Vorlage für die Projektplanung dienen	
<input type="radio"/> Der Prozess soll erforderliche Ressourcen (z.B. Teilnehmeranzahl, Fähigkeiten, Räumlichkeiten, etc.) für die Prozessschritte umfassen	
<input type="radio"/> Der Prozess soll Schnittstellen zu anderen OEs abbilden	
<input type="radio"/> (+) um weitere Anforderungen hinzuzufügen	

Haben Sie Kommentare oder Anmerkungen zu den wichtigsten Anforderungen an den Vorentwicklungsprozess? [Freitext]

Befragung zu Vorentwicklungsprozess

19. Was sind die **wichtigsten Anforderungen** an ein **Tool** zur prozessualen Unterstützung des VE-Projektleiters während VE-Projekten? Bitte geben Sie an, wie sehr Sie den folgenden Aussagen zustimmen.

	Ich stimme zu	Ich stimme eher zu	Ich stimme eher nicht zu	Ich stimme nicht zu	Keine Angabe
Das Tool soll mit mir als VE-Projektleiter interagieren (z.B. per Chatbot, Sprachbedienung)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Tool soll unterschiedliche Sichten auf das VE-Projekt ermöglichen (z.B. Projektleiter, Experte, Manager, Zukunftsfeldleiter)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Tool soll den Projektstatus nachverfolgen und darstellen können	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Tool soll Statusberichte zum VE-Projekt exportieren können	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Tool soll den Vorentwicklungsprozess kontinuierlich weiterentwickeln basierend auf den Lessons Learned und Best Practices vergangener Projekte	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Tool soll den VE-Projektleiter an die nächsten Prozessschritte erinnern (z.B. E-Mail Benachrichtigungen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Tool soll als Moderator fungieren können (z.B. Sprach-Moderation eines Kreativitätsworkshops)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Das Tool soll den Vorentwicklungsprozess an die Erfahrungen und Kompetenzen des VE-Projektleiters anpassen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(+) um weitere Anforderungen hinzuzufügen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Haben Sie Kommentare oder Anmerkungen zu den wichtigsten Anforderungen an ein Tool? [Freitext]

Haben Sie Kommentare oder Anmerkungen den Inhalten dieses Fragebogens zum Vorentwicklungsprozess? [Freitext]

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Falls Sie noch weitere Kommentare oder Anmerkungen zu dieser Befragung oder zum Vorentwicklungsprozess haben, sowie bei Interesse an den Ergebnissen oder bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an [REDACTED].

Mit freundlichen Grüßen

[REDACTED]

C: 56 Sub-Aktivitäten des SOLL-Prozess Baukasten für Live-Lab IP

<p>1 - Kunden-/Anwendergruppen analysieren 4</p> <p>Analysiert die charakteristischen Ausprägungen z.B. demografische Merkmale, Bedarfe oder Interaktion mit Referenzsystemen der für das Entwicklungsvorhaben relevanten Kunden- und Anwendergruppen.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>86%</td> <td>1,33</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1,33	<p>7 - Kunden-/Anwendernutzen ableiten 14</p> <p>Leitet relevante Kundennutzen und Anwendernutzen aus der aufgebauten Wissensbasis ab, um daraus Produktprofile entwickeln zu können.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>57%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	57%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1,33								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
57%	1								
<p>2 - Zukunftsszenarien analysieren 5</p> <p>Analysiert die Zukunftsszenarien hinsichtlich ihrer gemeinsamen und unterschiedlichen Merkmale und identifiziert das für den Anbieter beste bzw. kritischste Zukunftsszenario.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1	<p>8 - Anbieternutzen ableiten 7</p> <p>Leitet relevante Anbieternutzen aus der aufgebauten Wissensbasis ab, um daraus Produktprofile entwickeln zu können.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>71%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1								
<p>3 - System in Development analysieren 3</p> <p>Analysiert das System in Development, um mögliche Probleme und Entwicklungspotentiale zu identifizieren.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100%</td> <td>1,86</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1,86	<p>9 - Nutzungsanforderungen ableiten 15</p> <p>Leitet relevante Nutzungsanforderungen an das System in Development aus der aufgebauten Wissensbasis ab, um daraus Produktprofile entwickeln zu können.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>57%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	57%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1,86								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
57%	1								
<p>4 - Anbieter analysieren 1</p> <p>Analysiert den Anbieter und identifiziert die für ihn ausschlaggebenden Anforderungen an das Entwicklungsvorhaben.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>71%</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1,2	<p>10 - Use Cases identifizieren 18</p> <p>Identifiziert relevante Use Cases, in denen potentielle Produkte dem Kunden oder Anwender einen Mehrwert bieten kann, um daraus Produktprofile entwickeln zu können.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1,2								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1								
<p>5 - Relevanten Patente analysieren 20</p> <p>Analysiert bestehende branchennahe und branchenfremde Patente, die im Bereich des Entwicklungsvorhabens relevant werden können.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>71%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1	<p>11 - Produktprofile generieren (Kreativität) 2</p> <p>Nutzt die Kreativität, um basierend auf Wissen, Erfahrungen und Fantasie neue Impulse für Produktprofile zu erlangen und generiert dadurch eine Vielzahl von unterschiedlichen Produktprofilen.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100%</td> <td>2,71</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	2,71
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	2,71								
<p>6 - Referenzsysteme analysieren 6</p> <p>Analysiert unterschiedliche Referenzsysteme aus der gleichen Branche, aber auch aus anderen Branchen, die ähnliche Probleme / Funktionen adressieren.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1	<p>12 - Produktprofile generieren (Recherche) 11</p> <p>Nutzt die Wissensbasis und bekannte Pain Points, um basierend auf durchgeführten Analysen und Recherchen neue Impulse für Produktprofile zu erlangen und generiert dadurch eine Vielzahl von unterschiedlichen Produktprofilen.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Anteil der Teams</th> <th>Nutzungsrate pro Team</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								

<p>13 - Bewertungsmethode & -kriterien festlegen 16</p> <p>Wählt eine passende Methode für die Bewertung der vorhandenen Produktprofile aus und legt relevante Bewertungskriterien fest. Berücksichtigt dabei den jeweiligen Reifegrad der Produktprofile.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1	<p>19 - TOP 3 / 5 Produktprofile für MS auswählen 41</p> <p>Wählt die TOP 3 bzw. 5 Produktprofile aus, die am Meilenstein dem Gremium für die Entscheidung präsentiert werden sollen.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
<p>14 - Bewertung der Produktprofile durchführen 19</p> <p>Führt eine Bewertung der Produktprofile durch und achtet dabei auf eine konsistente Bewertung.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1	<p>20 - Favorisiertes Produktprofil auswählen 45</p> <p>Wählt das favorisierte Produktprofil des Entwicklerteams aus, um es dem Gremium am Meilenstein zu empfehlen.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
<p>15 - Rangfolge der Produktprofile erstellen 12</p> <p>Erstellt eine Rangfolge der Produktprofile und nutzt dafür bestimmte Auswahlkriterien oder Bewertungen.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1	<p>21 - Technische Machbarkeit absichern 42</p> <p>Sichert die technische Machbarkeit der relevanten Produktprofile durch die Analyse bestehender Referenzprodukte und der notwendigen Prinzip-, Gestalt- und Übernahmevariationen ab.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>57%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	57%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
57%	1								
<p>16 - Unterschiedliche Produktprofile vergleichen 10</p> <p>Vergleicht unterschiedliche Produktprofile miteinander, um Vorteile bzw. Nachteile abzuwägen.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1	<p>22 - Kunden-/Anwendernutzen absichern 30</p> <p>Sichert den Kunden- bzw. Anwendernutzen ab, um herauszufinden wie valide die relevanten Produktprofile sind und inwiefern sie Potential bergen.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
<p>17 - Ähnliche Produktprofile kombinieren 8</p> <p>Kombiniert ähnliche Produktprofile miteinander, um so die Auswahl der Produktprofile zu erleichtern.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>1,14</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1,14	<p>23 - Anbieternutzen absichern 27</p> <p>Evaluert den Anbieternutzen, um die wirtschaftliche Machbarkeit und das Erfolgspotential der relevanten Produktprofile sicherzustellen.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>57%</td> <td>1,25</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	57%	1,25
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1,14								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
57%	1,25								
<p>18 - TOP [xy] Produktprofile auswählen 13</p> <p>Wählt die TOP [xy] Produktprofile aus, die für die nächsten Prozessschritte maximal erforderlich sind. Dies kann je nach Projektzeitpunkt variieren.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1	<p>24 - Zu validierende Produkteigenschaften festlegen 39</p> <p>Legt die zu validierenden Produkteigenschaften der relevanten Produktprofile für die nachfolgenden Entwicklungstätigkeiten fest.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>71%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1								

<p>25 - Validierungsziele festlegen 34</p> <p>Legt Validierungsziele für die relevanten Produktprofile für die nachfolgenden Entwicklungstätigkeiten fest.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>43%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	43%	1	<p>31 – Abbau / Recycling / Reuse absichern 36</p> <p>Identifiziert Recycling oder Reuse Möglichkeiten der relevanten Produktprofile, um vor allem auf Nachhaltigkeit bei der Produktentwicklung zu achten.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>57%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	57%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
43%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
57%	1								
<p>26 – Annahmen Geschäftsmodell absichern 35</p> <p>Sichert die Grundannahmen des Geschäftsmodells durch die Evaluation der Geld- und Material- bzw. Leistungsflüsse ab.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>71%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1	<p>32 - Produktprofil Claims formulieren 9</p> <p>Formuliert für die relevanten Produktprofile passende Claims, die den Kern des Entwicklungsvorhaben in einem Satz wiedergeben und lösungs offen sind.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>71%</td> <td>1.2</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1.2
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1.2								
<p>27 - Zahlungsbereitschaft der Kunden ermitteln 40</p> <p>Ermittelt die Zahlungsbereitschaft der Kunden hinsichtlich der relevanten Produktprofile, um so den wirtschaftlichen Erfolg abzusichern.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>71%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1	<p>33 - Nutzenbündel beschreiben 33</p> <p>Beschreibt die jeweiligen Nutzenbündel, bestehend aus Anwender-, Kunden- und Anbieternutzen für die relevanten Produktprofile.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
<p>28 - Usability des zukünftigen Produkts testen 21</p> <p>Testet die Usability des zukünftigen Produkts, um die Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung zu bewerten.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>29%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	29%	1	<p>34 - Reifegrad der Produktprofile angleichen 17</p> <p>Gleicht den Reifegrad der relevanten Produktprofile aneinander an, um den nächsten Prozessschritt mit einer ausreichenden Qualität durchführen zu können.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
29%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1								
<p>29 - Proof of Concept durchführen 31</p> <p>Führt ein Proof of Concept durch, um die technische Umsetzbarkeit zu verifizieren.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>43%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	43%	1	<p>35 - Produktprofil bildlich veranschaulichen 32</p> <p>Veranschaulicht das Entwicklungsvorhaben der relevanten Produktprofile in entsprechenden Bildern mit Wiedererkennungswert.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>43%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	43%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
43%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
43%	1								
<p>30 - Anforderungen an Produktionssystem ableiten 22</p> <p>Leitet Anforderungen an das Produktionssystem ab, um dadurch besser die wirtschaftliche Machbarkeit bewerten zu können.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>29%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	29%	1	<p>36 - Produktprofil Template ausfüllen 29</p> <p>Füllt das Produktprofil Template vollständig aus und nutzt dafür die aufgebaute Wissensbasis.</p> <table border="1"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1.17</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1.17
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
29%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1.17								

<p>37 - Grobes Geschäftsmodell aufstellen 28</p> <p>Stellt grobe Geschäftsmodelle für die relevanten Produktprofile auf, die die Geld- und Material- bzw. Leistungsflüsse zwischen den beteiligten Stakeholdern darstellen.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>43%</td> <td>1,33</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	43%	1,33	<p>43 - Skizze des zukünftigen Produkts erstellen 38</p> <p>Skizziert das zukünftige Produkt, um eine mögliche Gestaltung zu veranschaulichen.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>29%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	29%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
43%	1,33								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
29%	1								
<p>38 - Geschäftsmodell detailliert beschreiben 23</p> <p>Beschreibt detaillierte Geschäftsmodelle für die relevanten Produktprofile.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>29%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	29%	1	<p>44 - Low-Fi Demonstrator des Produkts erstellen 44</p> <p>Erstellt einen Low-Fi Demonstrator des Produkts, um es relevanten Stakeholdern zu präsentieren und zu evaluieren.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>29%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	29%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
29%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
29%	1								
<p>39 - Business Case berechnen 24</p> <p>Berechnet einen Business Case für die relevanten Produktprofile, um so eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchführen zu können.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>14%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	14%	1	<p>45 - Funktionsprototyp erstellen 43</p> <p>Erstellt einen Funktionsprototypen, der über alle relevanten technischen Funktionalitäten verfügt.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>14%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	14%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
14%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
14%	1								
<p>40 - Technische Lösungsmöglichkeiten ermitteln 25</p> <p>Ermittelt technische Lösungsmöglichkeiten für die in den Produktprofilen beschriebenen Bedarfssituationen.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>14%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	14%	1	<p>46 - Konzept für MS-Präsentation erstellen</p> <p>Erstellt ein Konzept, das alle relevanten Informationen, die das Gremium am Meilenstein als Entscheidungsgrundlage benötigt umfasst.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	100%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
14%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
100%	1								
<p>41 - Funktionen des Produktprofils definieren 26</p> <p>Definiert notwendige Funktionen der Produktprofile und baut eine Funktionsstruktur auf.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>57%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	57%	1	<p>47 - Struktur d. PPT Präsentation festlegen</p> <p>Legt die Struktur der Meilenstein-Präsentation fest und achtet dabei auf den roten Faden, sowie alle notwendigen Informationen.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>86%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	86%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
57%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
86%	1								
<p>42 - Notwendige Systemarchitektur ermitteln 37</p> <p>Ermittelt die notwendige Systemarchitektur, die sich aus dem Produktprofil an die technische Umsetzung ergibt.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>29%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	29%	1	<p>48 - PPT Präsentation erstellen</p> <p>Erstellt die PPT Präsentation für den Meilenstein.</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Anteil der Teams</td> <td>Nutzungsrate pro Team</td> </tr> <tr> <td>71%</td> <td>1</td> </tr> </table>	Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team	71%	1
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
29%	1								
Anteil der Teams	Nutzungsrate pro Team								
71%	1								

49 - PPT Präsentation finalisieren

Finalisiert die PPT Präsentation für den Meilenstein.

Anteil der Teams

29%

Nutzungsrate pro Team

1

55 - Notizen für Vortrag erstellen

Erstellt Notizen für den Vortrag mit allen relevanten Informationen für die Präsentation am Meilenstein.

Anteil der Teams

43%

Nutzungsrate pro Team

1

50 - Konzept f. mediale Unterstützung erstellen

Erstellt ein Konzept für eine mediale Unterstützung während der Präsentation, um ausgewählte Inhalte plakativ zu veranschaulichen (z.B. Video, Comic, Schauspiel).

Anteil der Teams

100%

Nutzungsrate pro Team

1,14

56 - Vortrag üben

Übt den Vortrag, um die Präsentation am Meilenstein sehr gut durchzuführen.

Anteil der Teams

29%

Nutzungsrate pro Team

1

51 - Mediale Unterstützung erstellen

Erstellt eine mediale Unterstützung für die Präsentation, um ausgewählte Inhalte plakativ zu veranschaulichen (z.B. Video, Comic, Schauspiel).

Anteil der Teams

71%

Nutzungsrate pro Team

1,2

52 - Mediale Unterstützung finalisieren

Finalisiert die mediale Unterstützung für die Präsentation am Meilenstein.

Anteil der Teams

29%

Nutzungsrate pro Team

1,5

53 - Feedback von Betreuer einarbeiten

Analysiert das Feedback der Betreuer und arbeitet es in die Präsentation, in die mediale Unterstützung oder in den Vortrag ein.

Anteil der Teams

14%

Nutzungsrate pro Team

1

54 - Feedback v. Pre-Milestone einarbeiten

Analysiert das Feedback aus dem Pre-Milestone und arbeitet es in die Präsentation, in die mediale Unterstützung oder in den Vortrag ein.

Anteil der Teams

14%

Nutzungsrate pro Team

1

D: 94 Deliverables des SOLL-Prozess Baukasten für automobiler Vorentwicklungsprojekte

ID	Deliverables	Beschreibung
1	VE-Themenmeldung	Die VE-Themenmeldung entspricht der Anmeldung eines Projektes zu Beginn, welches die nötigsten Projektinhalte zusammenfasst
2	Projektsteckbrief	Der Projektsteckbrief enthält in Kurzform alle relevanten Informationen über ein Projekt. Er legt eindeutig Inhalte, Zweck, Nutzen, Zeitplan und Verantwortliche fest und zeigt potenzielle Projektrisiken, sowie den aktuellen Projektstatus auf.
3	Projektnutzen	Der aus dem Projekt erwartete Nutzen für die Stakeholder.
4	Projektevaluierung	Die Projektevaluierung findet am Ende eines Projekts statt und hält Best Practices, Lessons Learned in Form von Dokumentation fest.
5	Validiertes Entwicklungsvorhaben / Zukünftiges Produkt	Beinhaltet die Prüfung der Eignung des zukünftigen Produktes bezogen auf dessen Einsatzzweck, auf Grundlage eines vorher aufgestellten Anforderungsprofils
6	Validierter Kundennutzen	Prüfung der Eignung des vom Kunden vorausgesetzten Nutzen an das Produkt
7	Validierter Anwendernutzen	Prüfung des vom Anwender geforderten Nutzen an das Produkt, anhand eines zuvor aufgestellten Anforderungsprofils
8	Validierte Lösungsidee	Prüfung der Eignung einer technischen Lösungsidee auf Grundlage eines vorher aufgestellten Anforderungsprofils
9	Validierte Konzepte	Prüfung der Eignung eines Konzeptes auf Grundlage eines vorher aufgestellten Anforderungsprofils
10	Validierung des Prototypen	Prüfung der Eignung eines entwickelten Prototyps auf Grundlage eines vorher aufgestellten Anforderungsprofils
11	Validierte UI/UX	Prüfung der Eignung von UI/UX auf Grundlage eines vorher aufgestellten Anforderungsprofils
12	Wissen über Anbieter	Wissen über Anbieter beinhaltet vorliegende Informationen über die Produkte und die Strategie des Anbieters
13	Portfolio-Analyse Anbieter	Kategorisierung der Produkte oder Dienstleistungen des Unternehmens, um spezifische Strategien für einzelne Geschäftsbereiche abzuleiten
14	Strategische Ausrichtung	Beschreibt die Formulierung von Zielen zur strategischen Planung, die die langfristige Entwicklung des Unternehmens festlegen
15	Anbiaternutzen	Welcher Nutzen ergibt sich für den Anbieter des Produktes auf einem definierten Markt

16	Wissen über Kunden	Wissen über Kunden beinhaltet die Kenntnis seiner Anforderungen, die Klassifizierung nach Kundengruppen und den Kundennutzen. Wissen kann durch Methoden wie Kundenbefragungen, Persona oder das Kano-Modell angereichert werden.
17	Kundenanforderungen	Kundenanforderungen sind an das Produkt gestellte Bedingungen, die zu erfüllen sind.
18	Kundengruppen	Eine Kundengruppe ist eine Klassifizierung von Kunden nach bestimmten Kriterien (z. B. Alter).
19	Kundennutzen	Der Kundennutzen ist der aus dem Produkt generierte Nutzen für den Kunden.
20	Wissen über Wettbewerber	Wissen über mögliche Wettbewerber, die entweder ein gleiches Produkt am Markt anbieten (horizontaler Wettbewerb) oder die das gleiche/ähnliche Kundenbedürfnis adressieren (vertikaler Wettbewerb).
21	Wissen über Wettbewerbsprodukte	Informationen, Analyse, Bewertung und Einschätzungen von Produkten der Wettbewerber im Vergleich zu eigenen
22	Wissen über Wettbewerbstechnologien	Erkenntnisse und Know-How über Techniken und Verfahren in der Produktentwicklung der Konkurrenten
23	Wissen über Anwender	Wissen über Anwender beinhaltet die Kenntnis seiner Anforderungen, der Klassifizierung nach Anwendergruppen und des Anwendernutzens. Wissen kann z. B. durch Kundenbefragungen, Persona oder das Kano-Modell angereichert werden.
24	Anwender- / Nutzeranforderungen	Anwenderanforderungen sind an das Produkt gestellte Bedingungen, die zu erfüllen sind.
25	Anwender- / Nutzergruppen	Eine Anwendergruppe ist eine Klassifizierung von Anwendern nach bestimmten Kriterien (z. B. Alter).
26	Nutzen der Anwender / Nutzer	Der Anwendernutzen ist der aus dem Produkt generierte Nutzen für den Anwender.
27	Wissen über interne Stakeholder	Wissen über interne Stakeholder beinhaltet das Wissen über den Serienfachbereich und über den Vertrieb und das Marketing, sowie weitere interne Stakeholder.
28	Wissen über Serienfachbereich	Das Objekt "Serienfachbereich" beinhaltet Wissen über den Serienfachbereich (Serienpatente, Verantwortlichkeiten)
29	Wissen über Vertrieb & Marketing	Das Objekt "Vertrieb & Marketing" beinhaltet Wissen über Vertrieb & Marketing (z. B. Marketingstrategie des Unternehmens)
30	Kostenabschätzung	Die auftretenden Kosten bezogen auf die wirtschaftliche Umsetzung des Produktes werden abgeschätzt.
31	Invest Kosten	Investitionskosten sind die für eine Anschaffung getätigten Ausgaben.

32	EK – Entwicklungskosten (Serie)	Entwicklungskosten sind Kosten der Forschung und Entwicklung (z. B. Kosten für Konstruktions-, Versuchs- und Forschungsarbeiten).
33	MEK - Materialeinzelkosten	Materialeinzelkosten sind dem Produkt direkt zuordenbare Kosten für Einzelmaterial.
34	Lizenz- und Betriebskosten	Lizenz- und Betriebskosten sind Kosten, die durch Nutzung von Lizenzen (z. B. Softwarelizenz) oder zum Erhalt des Betriebs anfallen.
35	Business Case	Ein bestimmtes Geschäftsszenario wird hinsichtlich seiner Rentabilität untersucht, um die finanziellen Auswirkungen und die Wirtschaftlichkeit eines Projektes dazulegen
36	Verifizierter Business Case	Überprüfung, ob veränderte Projektumstände möglicherweise dazu geführt haben, dass das Projekt nicht mehr lohnenswert oder wünschenswert ist
37	Geschäftsmodell	Das Geschäftsmodell definiert, wie ein Produkt einen Mehrwert erzeugt, dieser Mehrwert an den Kunden gebracht und der dazugehörige Umsatz erzielt wird.
38	Grobes Geschäftsmodell	Ein grobes Geschäftsmodell ist eine frühe Version und beinhaltet noch keine detaillierten Informationen.
39	Detailliertes Geschäftsmodell	Ein detailliertes Geschäftsmodell enthält angereichertes Wissen z. B. über Kunden, über die Wertschöpfung, Bezahlablauf.
40	Abgesichertes Geschäftsmodell	Ein abgesichertes Geschäftsmodell ist auf Machbarkeit geprüft und bestätigt worden.
41	Markt	Der Markt beschreibt das Zusammentreffen von Angebot und Nachfrage, was mindestens einen Anbieter und mindestens einen Nachfrager voraussetzt
42	Marktpotential	Beschreibt die Aufnahmefähigkeit eines Marktes, also die Gesamtheit der möglichen Absatzmengen.
43	Marktanforderungen	Bildet die Wünsche und Erwartungen der Kunden oder des Absatzmarktes an das zu entwickelnde Produkt ab
44	Marktvolumen	Beschreibt die realisierten Mengen und Werte von Produkten in einer Gruppe eines festgelegten Marktes und innerhalb eines bestimmten Zeitpunktes.
45	Zielsystem	Ein Zielsystem umfasst neben Zielen ebenfalls Randbedingungen und Anforderungen, sowie deren Beziehungen zueinander. Das Zielsystem wird über den Projektverlauf hinweg konkretisiert und in das Objektsystem überführt.
46	Projektanforderungen	Alle an das Projekt gestellten Anforderungen werden im Zielsystem festgehalten.
47	Projektziele	Projektspezifische Werte, die den SOLL-Zustand beschreiben.
48	Projektrahmen	Der Projektrahmen wird durch Faktoren, Attribute, Randbedingungen definiert und spiegelt den Handlungsraum eines Projekts wider.

49	Randbedingungen	Randbedingungen sind (externe) Einflussfaktoren, die den Rahmen eines Projektes definieren.
50	Innovations-/Entwicklungsauftrag	Ein konkreter Auftrag zum Entwickeln eines Produktes/einer Technologie.
51	Projektplanung	Die Projektplanung ist ein essentieller Teil des Projektmanagements, um ein Projekt beherrschbar und steuerbar zu machen. Darin werden Meilensteine, Arbeitspakete, Ressourcen, Projektumfang definiert und geplant.
52	Meilensteinplanung	Die Meilensteinplanung legt einen Ereignisplan fest, der die einzelnen Ereignisse bzw. Zwischenergebnisse eines Projekts und ihre Anordnungsbeziehungen darstellt.
53	Arbeitspakete	Ein Arbeitspaket beschreibt eine geschlossene Aufgabenstellung oder Terminplanvorgänge innerhalb eines Projektes.
54	Ressourcenplanung	In der Ressourcenplanung werden die für das Projekt benötigten Ressourcen (Personal, Anlagen-/Sachressource, Investitionen) geplant.
55	Projektressourcen	Projektressourcen beschreiben die notwendigen Einsatzmittel (Personal, Anlage- und Umlaufvermögen) zur Erreichung spezifischer Ziele.
56	Projektleiter	Der Projektleiter managt die Planung und Steuerung eines Projektes. Er ist für das Erreichen der zuvor gesetzten Ziele verantwortlich.
57	Projektteam	Die Mitglieder eines Projektteams erfüllen verschiedene Funktionen und Aufgaben im selben Projekt, und arbeiten für die Dauer des Projektes an der Erreichung von definierten Zielen zusammen
58	Budget	Das Projektbudget stellt die Gesamtheit an finanziellen Mitteln dar, die zur Realisierung des Projektes zur Verfügung gestellt werden.
59	Lieferant / Beauftragung	Ein Lieferant ist als Auftragnehmer, für Bestellungen und Leistungen eines Auftraggebers anzusehen
60	Lastenheft	Hier werden Anforderungen und erwartete Leistungen an das Projekt definiert und festgehalten
61	Prototypische Umsetzung	Prototypen stellen eine vereinfachte Vorversion des finalen Produktes dar.
62	Low-fi Demonstrator	Ein low-fi Demonstrator ist ein sehr einfacher Prototyp und legt den Fokus auf Benutzerführung und Funktionalität, weitestgehend losgelöst vom Design.
63	High-fi Demonstrator	Ein high-fi Demonstrator ist ein detaillierter Prototyp, der dem finalen Produkt sehr ähnelt. Er besitzt einen hohen Detailgrad an Funktionalität und Design.
64	Funktionsprototyp	Ein Funktionsprototyp stellt die prototypische Umsetzung einzelner Funktionen des zu entwickelnden Systems dar.

65	Fahrzeugnaher Prototyp	Ein fahrzeugnaher Prototyp setzt das zu entwickelnde System im Kontext eines realen Gesamtsystem technisch um.
66	Technisches (Grob-) Konzept	Ein technisches Konzept bildet die wesentlichen Aufgaben des zu entwickelnden Systems durch abstrakte Darstellung ab
67	Funktionsstruktur	Beschreibung der (Teil-) Funktionen eines Systems in strukturierter Form
68	Systemarchitektur	Beschreibung der Zusammenhänge von Systemen und deren Komponenten
69	Softwarearchitektur	Beschreibung der grundlegenden Komponenten eines Softwaresystems und deren Zusammenspiel
70	Funktionssicherheitskonzept	Konzept zur Sicherstellung der korrekten und sicheren Funktionen eines Systems und möglicher risikomindernder Maßnahmen
71	Referenzsystem	Das Referenzsystem ist ein System, dessen Elemente bestehende Elemente aus Objektsystemen aus anderen Entwicklungsaktivitäten sind und derzeit die Basis und den Ausgangspunkt für die Entwicklung der neuen Produktgeneration darstellen.
72	Wissen über Vorgängerprodukte	Vorgängerprodukte als, ältere bereits bewährte Produkte, die von neuen Produkten abgelöst werden
73	Wissen über Wettbewerbsprodukte	Informationen, Analyse, Bewertung und Einschätzungen von Produkten der Wettbewerber im Vergleich zu eigenen
74	Wissen über neue Technologien	Erkenntnisse und Know How über Techniken und Verfahren in der Produktentwicklung
75	Wissen über Enabler	Enabler als Grundlage oder Schlüsseltechnologie, um signifikante Sprünge in den Leistungen und Fähigkeiten eines Vorhabens zu erreichen
76	Prognosen, Trends, Zukunftsszenarien	Überblick über Veränderungen und Strömungen in der Gesellschaft
77	POC: Verifiziertes zukünftiges System	Der POC umfasst die Verifikation der technischen Umsetzung des Entwicklungsvorhabens eines zukünftigen Produktes.
78	Grundsätzliche technische Machbarkeit	Sicherstellung der Widerspruchsfreiheit des angestrebten Entwicklungsvorhabens bzgl. bekannten technischen Zusammenhängen
79	Technische Machbarkeit der Lösungsidee	Sicherstellung der Widerspruchsfreiheit der angestrebten technischen Lösungsidee bzgl. bekannten technischen Zusammenhängen
80	Technische Machbarkeit des technischen Konzeptes	Sicherstellung der Widerspruchsfreiheit des angestrebten technischen Konzeptes bzgl. bekannten technischen Zusammenhängen
81	Technischer Funktionsnachweis	Berechnungen oder Ergebnisse von Experimenten zur Sicherstellung der technischen Funktionalität

82	POC eines Teilsystems	Sicherstellung der prinzipiellen Durchführbarkeit des Entwicklungsvorhabens in einem Teilsystem
83	POC des Gesamtsystems	Sicherstellung der prinzipiellen Durchführbarkeit des Entwicklungsvorhabens im Gesamtsystem
84	Technische Lösungsidee	Die technische Lösungsidee ist eine Idee für eine technische Erfindung zur Lösung einer Problemsituation.
85	Grobideen	Eine Grobidee ist eine frühe Version einer Idee und beinhaltet noch keine detaillierten oder angereicherten Informationen.
86	Angereicherte Ideen	Eine angereicherte Idee basiert auf der Grobidee und erweitert diese um zusätzliche und detaillierte Informationen (z. B. Wissen über Kunden)
87	Abgesicherte Idee	Angereicherte Ideen werden bewertet und die vielversprechendste ausgewählt. Diese wird auf Kerneigenschaften (Kunden-/Anwenderbezug) geprüft (z. B. Temperaturfestigkeit, mechanische Belastbarkeit).
88	Systemintegration / Gesamtsystem	Die Systemintegration und das Gesamtsystem betrachtet Systemelemente, Schnittstellen und Integrationskonzepte bezogen auf das Produkt und seiner technischen Umsetzung.
89	Konzept für Serienintegration	Das Konzept für Serienintegration beschreibt, wie ein System in den aktuellen und zukünftigen Stand der Serienentwicklung bestmöglich integriert werden kann.
90	Konzept für Systemintegration	Das Konzept für Systemintegration beschreibt, wie ein System bestmöglich in das Gesamtsystem integriert werden kann.
91	APIs	Eine API (Application Programming Interface) ist eine Programmierschnittstelle. Die API wird von einem Softwaresystem anderen Programmen für die Anbindung an eben dieses System zur Verfügung gestellt.
92	Patent	Ein Patent ist ein Schutzrecht auf eine technisch geprägte Erfindung des Entwicklers
93	Erfindungsmeldung	In der Erfindungsmeldung muss der Entwickler seine jeweilige Aufgabe, die Lösung der Aufgabe und das den Weg zur neuen Erfindung erläutern
94	Patentanalyse	Sammlung, Beobachtung und Auswertung von eigenen/Wettbewerber Patentinformationen zur Nutzung des darin enthaltenen technischen Wissens zu relevanten Technologiegebiete und der Technologiefrüherkennung

E: 208 Sub-Aktivitäten des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsprojekte

ID	Sub-Aktivitäten	Summe	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM9	PM10	PM11	PM12	PM13	PM14	PM15	PM16	PM17	PM18	PM19	PM20	PM21	PM22
1	Innovations-/ Entwicklungsauftrag analysieren	6		x	x	x								x			x				x		
2	Projektanforderungen analysieren	9	x	x	x	x	x					x				x		x					x
3	Relevante Stakeholder identifizieren	5										x	x	x								x	x
4	Lobbyarbeit im Serienfachbereich betreiben	2											x	x									
5	Projekt mit Vertrieb & Marketing abstimmen	2											x			x							
6	Notwendige Kompetenzen für Projekt identifizieren	7			x	x	x						x				x					x	x
7	Projektteam formen	1					x																
8	Mögliche Entwicklungspartner / Lieferanten identifizieren	3										x	x					x					
9	Synergien finden durch Vergleich mit ähnlichen Projekten	2														x	x						
10	Stakeholderanalyse durchführen	1															x						
11	Projekt mit beteiligten Abteilungen abstimmen	7				x						x	x	x		x	x	x					
12	Projekt mit Serienfachbereich abstimmen	7										x	x	x		x	x	x		x			
13	Projekt mit Projektteam abstimmen	2							x						x								
14	Projektengpässe identifizieren	5			x	x	x		x				x										
15	Projektrisiken quantifizieren	3					x						x				x						
16	Initiales Zielsystem erstellen	4	x			x			x									x					
17	Notwendige Arbeitspakete identifizieren	4			x	x	x										x						
18	Arbeitspakete anpassen	1				x																	

173	Technische Konzepte entwickeln	8	x	x	x		x			x		x	x	x				
174	Technische Konzepte dokumentieren	6			x					x		x				x	x	x
175	Technische Konzepte konkretisieren	6	x	x	x			x					x	x				
176	Konzept für Serienintegration aufstellen	4	x	x					x	x								
177	Technische Produktbeschreibung erstellen	5	x	x					x	x	x							
178	Technische Produktbeschreibung überarbeiten	4	x		x					x	x							
179	Technische Konzepte vergleichen	6	x	x	x				x			x	x					
180	Technische Konzepte bewerten	6	x	x	x				x		x		x					
181	Technische Konzepte auswählen	6	x	x	x				x	x			x					
182	Schutzmöglichkeiten klären	2							x				x					
183	Einzelkosten abschätzen / aktualisieren	2			x				x									
184	Lizenz- und Betriebskosten abschätzen	2			x				x									
185	Einflussbereich auf Baureihe identifizieren	2							x									x
186	Erste Abschätzung bezüglich Herstellbarkeit vornehmen	1							x									
187	Konzept für Systemintegration abstimmen	4	x		x				x	x								
188	Notwendige Schnittstellen bezüglich der Implementierung in Gesamtsystem überprüfen	2							x	x								
189	Verwendete Referenzsysteme dokumentieren	1			x													
190	Entwicklungsstand einfrieren	1								x								
191	Passenden Technikträger für prototypische Umsetzung finden	1											x					
192	Relevante Elemente des zukünftigen Produktes für	2				x	x											

F: Interviewleitfaden der Anwendungsstudie für die Evaluation des Ansatzes für automobiler Vorentwicklungsprojekte

Evaluation eines adaptiven VE-Prozesses | Wilmsen, Miriam

Evaluation eines adaptiven VE-Prozesses

Einleitung

Ziel dieser empirischen Studie ist die Evaluation inwiefern die Funktionalitäten eines adaptiven VE-Prozesses einen VE-Projektleiter bei der Erstellung eines realistischen Projektplanes unterstützen.

Ziel des adaptiven VE-Prozesses ist die Unterstützung eines VE-Projektleiters bei der Planung seines automobilen VE-Projektes. Da diese Projekte durch ein hohes Maß an Planungsunsicherheit geprägt werden, sollte der VE-Prozess ausreichend Flexibilität bieten, um auf ungeplante Veränderungen reagieren zu können. Andererseits ist es erforderlich bei der Projektplanung frühzeitig die geltenden Randbedingungen und übergeordneten Referenzprozesse zu berücksichtigen. Hierbei soll der adaptive VE-Prozess eine Unterstützung für Projektleiter darstellen.

Realistische Projektplanung: Eine Projektplanung gilt als realistisch, wenn der aufgestellte Projektplan anwendbar und durchführbar, hinsichtlich der geplanten Ressourcen und der Einhaltung von Terminen bzw. definierten Meilensteinen ist. Dies kann dadurch gemessen werden, inwiefern der geplante SOLL-Prozess (Projektplan) dem tatsächlich durchgeführten IST-Prozess (erfasster Projektverlauf) entspricht.

Wichtiger Hinweis zur Evaluation: Das Tool und das Arbeitsergebnis spielen keine Rolle. Der Fokus der Evaluation liegt auf der zu Grunde liegenden Methodik!

Semi-strukturiertes Interview

Übergreifende Fragen zur Methodik

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?

2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?

3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?

4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?

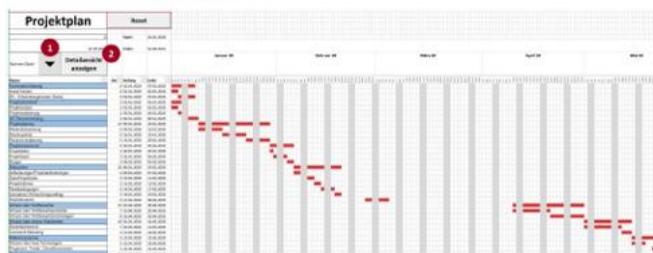
Persönliche Einschätzung zur Projektplanung

5. Würde Dir die vorgestellte Methodik dabei helfen eine realistische Projektplanung aufzustellen?
- Ja, ich stimme vollständig zu
 - Ich stimme überwiegend zu
 - Ich stimme teilweise zu
 - Nein, ich stimme nicht zu
6. Welche der nachfolgenden Elemente nutzt Du für die initiale Projektplanung?
(Mehrfachnennung möglich)
- VE-Prozess
 - Ähnliches Projekt / Vorgängerprojekt
 - Prozesse außerhalb des Unternehmens z.B. Normen, Richtlinien
 - Persönliche Erfahrung
 - Erfahrung von Kollegen
 - Bauchgefühl
 - _____
7. Glaubst Du, dass Du mit Hilfe der vorgestellten Methodik einen realistischeren Projektplan aufstellen kannst, als basierend auf den zuvor genannten Elementen aus Frage 6?
- Ja, ich stimme vollständig zu
 - Ich stimme überwiegend zu
 - Ich stimme teilweise zu
 - Nein, ich stimme nicht zu

Funktionalitäten der Methodik

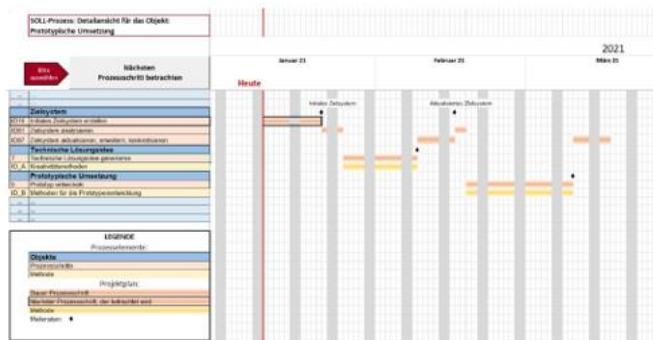
8. Glaubst Du, dass die übergeordnete Projektplanung, inkl. Meilensteinen und Objekten, des entwickelten Ansatzes, Dir dabei helfen kann, eine realistische Projektplanung aufzustellen? (siehe Abbildung)

- Ja, ich stimme vollständig zu
- Ich stimme überwiegend zu
- Ich stimme teilweise zu
- Nein, ich stimme nicht zu



9. Glaubst Du, dass die Detailplanung der nächsten Wochen/ Monate dabei helfen kann eine realistische Projektplanung aufzustellen? (siehe Abbildung)

- Ja, ich stimme vollständig zu
- Ich stimme überwiegend zu
- Ich stimme teilweise zu
- Nein, ich stimme nicht zu



10. Glaubst Du, dass Dich die Beschreibung und Adaption des nächsten Prozessschrittes, inkl. Methoden bei der Durchführung des Projektplans unterstützt? (siehe Abbildung)

- Ja, ich stimme vollständig zu
- Ich stimme überwiegend zu
- Ich stimme teilweise zu
- Nein, ich stimme nicht zu

Aktueller Prozessschritt: ID_147_Lösungsideen_generieren		
1 Entwicklungssituation: Aktuelle Ressourcen Verfügbarer Personal (Mensch): 2 Verfügbare Zeit Vorbereitung (min): > 20 min Verfügbare Zeit Durchführung (min): 20-40 min Art der Lösungsfindung: Kreativitätstechniken Methodensysteme vorhanden?: Nein		
2 SOLL-Output: wenige, detaillierte Ideen Spezifische Beschreibung: Bei der Erarbeitung weniger detaillierter Lösungsideen liegt der Fokus auf der Beschreibung und Bewertung, geeignete Kreativitätstechniken für diesen SOLL-Output sind Methoden auf analytischer Basis.		BT-Output: [Textfeld] Kommentare/Bemerkungen: [Textfeld]
		BT-Output + SOLL-Output BT-Output + SOLL-Output Nächster Prozessschritt Iteration aktueller Prozessschritt
Vorgeschlagene Methoden:		
Brainstorming Die Brainstorming-Methode wird zur Kreativitätsfindung eingesetzt um Ideen gegenwärtigen Statusentwicklung eine einzelne Person oder mehrere Gruppe Lösungen für ein spezifisches, ungelöstes Problem. Die Daten die Erarbeitung einer unkonventionelleren Lösungen.	Synergiß Die Grundidee dieser Kreativitätstechnik, die auf dem Prinzip der Synergiß beruht, besteht aus dem Anstoßen neuer Lösungsideen + werden die Reaktionen auf die Problemstruktur (in dieser Richtung) durch einen Begleiter (Stützperson) erzeugt. Begleitend beobachtet einen fiktionalen Agenten und Notizen darüber (die Grundidee der Gruppen ab).	SI Methode SI-Methode ist eine strukturierte Methode, in der sich Einzel- und Gruppenarbeit abwechseln. Die individuellen erarbeiteten Lösungsideen werden von der Gruppe aufgenommen und miteinander kombiniert, um am Ende eine integrierte Lösung zu erhalten.
Methodenschritt 1. Lösungsideen generieren 2. Lösungsideen bewerten 3. Lösungsideen tauschen (Fokus Neuheit) 4. Lösungsideen bewerten (Fokus Vorteil) 5. Lösungsideen auswählen	Methodenschritt 1. Problemstruktur analysieren 2. Lösungsideen generieren 3. Problemstruktur analysieren 4. Anträge diskutieren 5. Anträge überlegen 7. Lösungsideen generieren	Methodenschritt 1. Problemstruktur analysieren 2. Lösungsideen generieren 3. Lösungsideen bewerten 4. Lösungsideen kombinieren

11. Hinsichtlich welcher Aspekte glaubst Du, dass Dich die Beschreibung und Adaption des nächsten Prozessschrittes, inkl. Methoden bei der Durchführung des Projektplans unterstützt? (siehe Abbildung)

- Effiziente Vorbereitung / Durchführung des nächsten Prozessschrittes
- Effektive Vorbereitung / Durchführung des nächsten Prozessschrittes
- Es macht die Durchführung des Projektplans einfacher
- Es reduziert Unsicherheiten
- _____

G: Ergebnisse der Experteninterviews für die Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG

PL01 (2019)

PL01 (2019), Experteninterview 1: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Die Methode ist eine Hilfestellung um die Komplexität bei der Projektplanung zu reduzieren und den Projektleiter methodisch zu unterstützen. Die Methode kann dabei unterstützen, dass der Projektleiter bei der Planung nichts vergisst und die relevanten Aspekte berücksichtigt. Hierdurch kann der Projektleiter nicht nur effizienter, sondern auch effektiver werden.
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Der Ansatz bietet dem PL eine Hilfestellung um sein Projekt effektiv und effizient durchzuführen.
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Schwächen:
 - Prognostizierte Dauern / Ressourcen benötigen valide Datengrundlage und sind meist unterschiedlich von Projekt zu Projekt. Daher sollte Projektleiter gemeinsam mit Projektteam die Ressourcen & Dauern planen. Es ist wichtig, dass eine individuelle Anpassung der Ressourcen pro Projekt möglich ist.
 - Die Vollständigkeit eines Prozesses ist selten gegeben, daher hängt der Mehrwert stark von der Qualität der Datengrundlage ab.
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Toolseitige Umsetzung sollte in einem für Projektmanagement geeigneten Programm sein (nicht Excel). Das Programm sollte Informationen aus dem operativen Doing z.B. Jira erhalten können, um so Auswirkungen auf den Projektstatus und die Projektplanung zu berücksichtigen.
 - Eine zusätzliche Unterstützung bei Iterationen wäre erforderlich, um herauszufinden, wo der Fehler bzw. das Problem liegt und eine geeignete Iteration durchzuführen.

- Ein „Home“-Bereich mit dem Projektstatus und einer Übersicht, wo man im Prozess steht wäre hilfreich. Außerdem sollte nur der relevante Prozessschritt im Detail angezeigt werden.
5. Anmerkungen / Kommentare
- Für die Durchführung von Methoden würde man Experten hinzuholen.
 - Objekte (Prozesselemente) sollten einmalig sein → stabile IDs
 - Es sollte einen Link zwischen dem Workflow des Gesamtprojektes und dem jeweiligen Objekt (Prozesselement) geben.
 -

PL02 (2020)

PL02 (2020), Experteninterview 2: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - „Ich finde es cool“
Die Anpassung und Vorschläge für den Prozess sind gut
Was ist wenn ich etwas verändern / anpassen will?
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Dokumentations- und Planungsaufwand abnehmen
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärken:
 - „Patentrecherche nicht vergessen“
 - Schwächen:
 - Kann Kreativität einschränken
 - In VE kann rechts und links schauen wegfallen
 - Je Quartal Review des Projektplans und des Projekt Setup (z.B. Projektteam) einplanen
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Immer Ansprechpartner für PS oder Methode hinzufügen
 - Du brauchst ein Tool / Toolset
5. Anmerkungen / Kommentare
 - „Das ist aber viel Arbeit“ → Überwältigende Darstellung der Objekte, die in Gesamtprojekt bearbeitet werden sollen.
Im Default Modus nur blaue Objekte anzeigen
 - Häkchen setzen damit PS erledigt ist
 - „Ich finde es ziemlich cool“
 - Es gibt 5-Pager, Tool würde initiales befüllen und aktualisieren erleichtern/unterstützen.

- Das Tool / der Ansatz sollte nichts zusätzliches sein, sondern integriert in Jira & Confluence
- IST-Output → Link zu Projektergebnissen

PL03 (2019)

PL03 (2019), Experteninterview 3: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Gut, sehr umfangreich, aber verständlich
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Gut ist, dass das Ziel eine realistische Projektplanung ist
 - Tool stößt zeitliche Projektplanung an
 - Gut, dass es adaptiv ist und Iterationen umfasst
 - Sollte für einen Qualitätsstandard der Projektpläne in der Breite sorgen
 - Beinhaltet Prozess & Methoden Know-How → braucht man unbedingt
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärken
 - Zeitliche und realistische Einschätzung
 - Flexibilität, aber trotzdem Meilensteine
 - Methodenvorschläge
 - Vorlage für Projektplanung
 - Schwierigkeiten
 - Struktur orientiert sich an Prozessperspektive. → In meiner Projektplanung wären die Zeilen Arbeitspakete, also eher Ziele und Inhalte und keine Methoden
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Je nach Projekt wäre ein SW Architekturplan noch passend
 - Ggf. noch eine eigene Ansicht erstellen können
 - Ein Arbeitspaket kann geblockt sein und kann dadurch Auswirkungen auf ein anderes haben. Es wäre gut, wenn man so etwas anzeigen / visualisieren kann.
 - Projektstatusübersicht
 - Es wäre gut, wenn man es als Single Source of Truth nutzen kann
 - Das Tooling für PL könnte schwierig sein. In Serie wird oftmals C-Place genutzt. Alternativ wäre ein Projekttemplate in Jira mit

unterschiedlichen Typen passend. Viele Projekte haben Jira für sich individuell angepasst

5. Anmerkungen / Kommentare
 - Was bedeutet Zielsystem?
 - Wie kann man PS ändern & hinzufügen?
 - Gerne schon am Anfang des Projektes die Arbeitspaketplanung erstellen
 - Technisches Grobkonzept iterativ entwickeln
 - Rein prozessuale Sicht bei MS & Objekten (blau). Darunter dann Anpassung an Projekt möglich. Arbeitspakete werden Objekten untergeordnet und können durch Prozessschritte abgearbeitet werden.
 - Management fordert standardisiertes Reporting des Projektplans, vor allem der Meilensteine. Das Vorgehen und Tooling obliegt Projektleiter

PL04 (2020)

PL04 (2020), Experteninterview 4: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Ganz guter Eindruck
 - Die Struktur ist passend
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Methodenvorschläge und Automatisierung bergen Zeitersparnis
 - Die Dokumentation benötigt Zeit, ist allerdings begleitend
 - Es ist sehr hilfreich, dass einem Methoden vorgeschlagen werde. Gut um andere Methoden kennenzulernen.
 - Der Ansatz unterstützt die Planung, Durchführung und Dokumentation des VE-Projektes
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärken:
 - Vorschläge für Prozesselemente mit teilweise automatischer Vorbefüllung
 - Schwächen:
 - Das Tool muss genutzt werden
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Budgetplanung in Übersicht der Prozessschritte integrieren und bei Projektstatusübersicht anzeigen, wie viel Budget bereits verbraucht wurde.

- Budget-Tracking bei IST-Prozess
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Zu 3.:
 - Angabe der Dauer muss noch automatisch angepasst werden
 - Es gibt fixe Daten für Projektplanung, z.B. VE-Themenmeldung
 - Feiertage & BU sollte bereits eingetragen sein
 - Zu 4.:
 - Angabe von Ressourcen → Man-Power
 - Anleitung wie man sich für eine Iteration entscheiden kann
 - Mögliche Struktur: Grobplanung → Feinplanung → Jeder PS mit Ressourcen

PL05 (2020)

PL05 (2020), Experteninterview 5: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Sehr cool
 - Nachvollziehbar, gut
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Überblick über das Projekt und was gemacht werden sollte
 - Input was noch gemacht werden muss
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Gut:
 - Projekt Dokumentation durch den IST-Prozess
 - Reiter 3: Übersicht der Meilensteine, muss aber gepflegt werden
 - Empfehlungen und Tipps → Besser wäre Ordnung der Prozesselemente nach dringlich und wichtig für die nächsten 3 Monate.
 - Schwächen:
 - Datengrundlage für Ressourcen
 - Tools bringen nur etwas wenn man sie konsequent nutzt
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Tooling → Confluence
 - Bei der Grobplanung sollten ebenfalls relevante Serien-Meilensteine angegeben sein

- Die Methodendatenbank sollte nachhaltig gepflegt werden
 - Videotutorials als Methodenerklärung für Projektleiter / Moderator
 - Tool: Jira Plug-in / Confluence mit Wizzards als Reminder und Gamification
 - Es ist eine langfristige intrinsische Motivation des Projektleiters notwendig
5. Anmerkungen / Kommentare
- Die Detailplanung sollte in 3-Monats-Intervallen angezeigt und durchgeführt werden
 - Tracking des IST-Prozesses birgt nur dann einen Mehrwert, wenn PL am Ball bleibt
 - Zu 3. Serien-Meilensteine sollten in Projektplan angezeigt werden, z.B. Modellpflege, Freeze, SOP, Rahmenbedingungen für Serien-Transfer und jeweilige Ansprechpartner
 - Zu 7. Bei den Iterationen ist der Text abgeschnitten
 - Die zentralen Endergebnisse sollten geschärft werden, z.B. versteht jeder etwas unter Funktion und Enabler

PL06 (2019)

PL06 (2019), Experteninterview 6: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Gut für jemanden, der neu in der Vorentwicklung ist oder ein neues Projekt hat, zu dem er wenig Vorwissen hat. Es ist hilfreich zu wissen was man wann machen muss bzw. soll, z.B. VE-Themenmeldung, Patentrecherche, Mandatory Steps und Best Practices
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Die Dokumentation des IST-Prozesses ist gar nicht so schlecht
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Cool sind die Methodenempfehlungen
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Unwichtige Prozesselemente ausblenden bzw. ausgrauen
 - Iterationen und Schleifen des User-centered Design Prozesses sollten im initialen SOLL-Prozess direkt eingeplant werden können.

- Es darf aber nicht wie Stages sein. Es muss einfach zu bedienen sein (sehr wichtig), intuitiv und unterstützend sein. Es darf nicht zu kompliziert sein und nicht zu feingranular
5. Anmerkungen / Kommentare
- Wie groß ist der Mehrwert der Personalisierung? → Macht Sinn bei Methodenempfehlung
 - Meist werden die ersten Erfindungsmeldungen bereits bei Projektidee eingereicht

PL07 (2019)

PL07 (2019), Experteninterview 7: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Eindruck war gut, obwohl zuerst skeptisch
 - Es macht nicht den Eindruck, dass es etwas aufzwingt, sondern unterstützt bei Methodenauswahl
 - Der Ansatz/Tool ist nicht wie ein Prozess, der wie eine Last und verpflichtend wirkt, sondern ist so gestaltet, dass er den Projektleiter wirklich unterstützt.
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Das Gesamtsystem, das einen zu Beginn unterstützt ist ein Mehrwert
 - Tracking des Projektfortschritts für Chef und Controller
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärken:
 - Methodenempfehlungen
 - Nichts vergessen
 - Schwächen:
 - Kann sein, dass die Prozesselemente nicht für alle passen, daher sollte man diese hinzufügen oder entfernen können
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Der Projektplan muss zu jedem Zeitpunkt startbar sein, nicht nur zur jährlichen Priorisierung
 - Start des Prozesses sollte auch als Folgeprojekt möglich sein
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Zu 3. Erschlagen von Dingen die getan werden müssen
 - #7 findet es cool

PL08 (2020)

PL08 (2020), Experteninterview 8: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 -
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Der Mehrwert ist abhängig vom Projekt.
 - Strukturiert das Vorgehen, vor allem bei „kreativen“ Projekten mit unklarem Ergebnis
 - Weniger geeignet für Abarbeiten von Prozessen
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärken:
 - In sich stimmig, strukturiert und durchdacht
 - Schwächen:
 - Anwendbarkeit ist abhängig von konkretem Projekt. Vor allem bei kleinen Projekten besteht die Gefahr des Mikro-Managements
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Tooling → Verknüpfung mit bestehenden Tools
 - Kurzer Projekt-Check vorab → Brauche ich diesen Ansatz für mein Projekt?
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Objekte ggf. umbenennen: Konzepte → Design, Umfrage → Analyse?

PL09 (2020)

PL09 (2020), Experteninterview 9: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Die Methodik macht einen ganz guten Eindruck und ist hilfreich für Projektmanagement
 - Sehr stringent
 - Cool: SOLL & IST -> wie ist man vorgegangen? Ist man noch im Plan?
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Übersichtlichkeit, Planbarkeit, Monitoring

- Methoden an die Hand bekommen → Methodenbaukasten
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Schwächen:
 - Es muss gepflegt werden
 - Wiedereinstieg nach ein paar Wochen der nicht Nutzung schwer
 - Einfache / schlanke Nutzung
 - Stärken: siehe Mehrwert
 4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Usability der Benutzeroberfläche verbessern
 - Technische Realisierung des Ansatzes
 - Adaptierbarkeit der Übersicht über Projektplan
 - Gliederung in Teilprojekte ermöglichen
 5. Anmerkungen / Kommentare
 - Sheet 1: Die Entwicklungsumfänge in % angeben
 - Dopplungen auf Sheet 3 entfernen
 - Objekte und Prozessschritte wären nützlich für Projektleiter
 - Recht starr „weiter zum nächsten PS“
ggf. zurück zur Übersicht Navigieren?
 - Usability sollte verbessert werden

PL10 (2020)

PL10 (2020), Experteninterview 10: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Systematisch
 - Bietet durch Differenz SOLL- & IST-Prozess Gefühl flexibler zu sein, als ich von Projektplan erwarte
 - Das Gefühl den Prozess anpassen zu können motiviert für Nutzung
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Methoden situationsbasiert vorschlagen → Erklärung und Fallbeispiele zu Methoden → von Audi!
 - Erfahrungswerte zu VE-Prozess teilen
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Schwäche:
 - Wiederholt gleiche Vorschläge führen zu „Nicht-Nutzung“

- Anpassungsmöglichkeit für reales Projekt
 - Einsteiger verliert sich ggf. in Details → Akzeptanz kann dadurch sinken
 - Stärken:
 - Insbesondere für Einsteiger zum Heranführen an Prozess
 - Sehr strukturiert
 - Leitet den Projektleiter durch den SOLL-Prozess
 - Es bietet weniger Optionen, was aber auch gut ist
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Realisierung / finale Umsetzung
 5. Anmerkungen / Kommentare
 - Eingabemaske erfragt unterschiedliche Aspekte je nach Projektzeitpunkt z.B. unterschiedliche Kreativitätsmethoden je nach Projektzeitpunkt
 - Feedback zu Vorgehensweise ermöglichen → Best Practices!
 - „Ich finde es cool“
 - Ich kann der Methodik folgen
 - Ich als „Neuling“ bekomme Methoden an die Hand die mich unterstützen
 - In Realität → komplexer, wenn Verzug im Projekt ist

PL11 (2020)

PL11 (2020), Experteninterview 11: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Es ist viel auf den ersten Blick
 - Die Methodik macht aber Sinn
 - Der Projektplan erhält auch Dinge an die man nicht denken würde
 - Es ist klar und einfach, wie man von Input zu Output kommt
 - Visualisierung ist leicht zu handhaben und verständlich
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Basisstruktur für Projektplan
 - Einarbeitung neuer Personen in Projektteam
 - Steigerung der Effizienz
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärken:
 - EIN inhaltliches System

- Schwäche:
 - Zu starkes „an den Prozess halten“
→ kein eigenständiges Denken / Adaptieren
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Überblicksseite für ganzes Projekt
 - Automatische Berichte
 - Hauptverantwortlicher für jeweiliges Projekt / Prozesselement
 - Verlinkung zu Dokumentation
 - SOPs in Projektplanung einfügen
 - Hinzufügen von Prozessschritten
 - Infos zu PE (Prozesselementen?)
 - Freischalten des Projektplans für andere Personen / Manager
 5. Anmerkungen / Kommentare
 - Projektmanagement-Profil
 - Big Data → Daten in Vorentwicklung sammeln

PL12 (2020)

PL12 (2020), Experteninterview 12: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Am Anfang war es unklar und überfordernd
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Projektaufsatz
 - Abschätzung Ressourcen für VE-Meldung
 - Anpassung der Inhalte & Erfahrungswerte
 - Reifegradmanagement & Kontrolle
 - Meilensteintracking → erfüllt J/N
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärke:
 - Wissensmanagement, Projekterfahrungen → Richtiges Wissen am richtigen Ort
 - Projektaufsatz, lieber +/- 50% genau & Tool als Schulung & Tutorial → Lieber erst mal weniger Details
 - Schwäche:
 - Gewissenhaft machen
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Wenig ausfüllen
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Wording, z.B. Grobidee

- Frage 9: Durchführung, Reifegrad, Sprintplanung (Kapa)
- Frage 10: Checkliste
- Frage 11: Standardisierung, Wissensmanagement, kontinuierliche Verbesserung
- Frage 12: Best Practice, Kapa / Aufwand
- Dauer des Projektes eher nicht als prospektive Angabe möglich
- Was wurde hier schon gemacht im Projekt / für das Projekt
- Je nach Zielsetzung andere Phasen im Projekt erforderlich
- Eher blaue Objekte als Übersicht
- Wie fange ich an? Was folgt auf was?
- „5-Hauptphasen“
- Next steps
- Bei S. 4 → Vorbereitungen anzeigen

PL13 (2020)

PL13 (2020), Experteninterview 13: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Positiver Eindruck
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Nützlich wenn man Neuland betritt → Passendes Kochrezept mit Methoden
 - Wenn man neue und alte Anforderungen berücksichtigen muss → Wie muss man technisches System adaptieren?
 - Projektdokumentation ist ganz gut
 - Nutzen sind die kontextbasierten Methodenvorschläge
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Gut:
 - Vorschläge kontext-basiert
 - Einfach strukturiert
 - Man findet den Einstieg leichter
 - Kritisch: Detaillierungsaufwand → viele Zeilen, man muss System kennen → man muss in kurzer Zeit viele Entscheidungen treffen
 - Schwäche:
 - Dokumentationsaufwand
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Lessons Learned
 - Per Knopfdruck Statusbericht

- Ressourcenplanung nicht zu detailliert
 - Projektplanung wieder nutzen
 -
5. Anmerkungen / Kommentare
- Zusätzliches zentrales Ergebnis: Sicherheitskonzept (Sensorik, Algorithmus, Aktuatorik), Anordnungsthemen / Package, Analysen
 - Entwicklungsumfang: Integration
 - Sheet 2: virtuelle Entwicklungsmethoden in Vorentwicklung
 - Sheet 3: „Schön“, auswählen und abwählen gut, Methoden
 - Frage 7: wegen Vollständigkeit, man wird geführt
 - Übersicht Projektplan → ein- und ausblenden der Objekte

PL14 (2020)

PL14 (2020), Experteninterview 14: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Sinnvoll als Hilfestellung für Projektleiter die neu sind, oder bei größeren / komplexen Projekten
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Übersicht über „Tasks to be done“ → zugeschnittener Blueprint
 - Gedankenstütze → nichts vergessen
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärke:
 - Nachweisbarkeit von Projektergebnissen
 - Nachvollziehbarkeit für Dritte → Revision (Zertifizierung)
 - Schwäche:
 - Zusatzprozess, der heute nicht gebraucht wird
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Datengrundlage verbessern
 - +Person für weniger Fehler bei der Anwendung
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Endergebnis → Kundenfunktion
 - Rauslösen der Methodenempfehlungen
 - Sheet 10: SOLL-Output anpassen, so dass es vergleichbar ist
 - Datengrundlage ist Knackpunkt
 - Für Projektplan: Gespräch zum Aufstellen → Auswahl passender Objekte

- Eher schlechte Darstellung durch Wasserfall
- Ggf. besser für Serienprojekte

PL15 (2020)

PL15 (2020), Experteninterview 15: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Sehr charmant, wenn man geführtes Tool hat und vorbefüllte Felder je nach Erfahrung und Projekt
 - Gut ist Adaptivität während Projekt
 - Cool, dass verschiedenste Facetten betrachtet werden
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Vor allem für unerfahrene Projektleiter, aber auch für Erfahrene, um neue Sicht zu bekommen
 - Planung und Tracking des Projektes in einer Anwendung ist gut. Dokumentation in VE ist eher schlecht
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Schwächen:
 - Es sollte breite Datenbank als Grundlage da sein, damit Tool / Methodik akzeptiert wird
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Ist es sinnvoll Planung & Tracking zu mischen?
 - Muss man alles ausfüllen? Was kann leer bleiben?
 - Welche Information ist wann notwendig
 - In VE gibt es oft nicht für alle Informationen
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Es kommt auf das Produkt an, das entwickelt wird
 - Voraussetzung: In VE fehlen klare Ziele

PL16 (2020)

PL16 (2020), Experteninterview 16: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Grundsätzlich gut
 - Detailansicht gut
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?

- Vorteil: Sehr schnell Überblick über Prozess und wo man steht
 - Balance zwischen Aufwand und Nutzen ist erforderliche → Bei dieser Lösung / System ist das gegeben → einfache Bedienung
 - Verzug im Projekt kann transparent dargestellt werden + optionale Begründung für Verzögerung
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärke:
 - Gut war die Methodenempfehlung
 - Schwäche:
 - Dokumentationsaufwand → Wiedereinstieg muss leicht gemacht werden
 4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - In Tool: Zeitschienen von mehreren Projekten übereinander legen → Für PL mit mehreren Projekten
 - Vielleicht PDF Export
 - Optionale Begründung für Verzug im Projekt
 - + Methodenanleitung & Templates
 - Zeitplan in C-Place / an C-Place koppeln
 - Was passiert mit Output → Für welchen nächsten PS als Input
 - Budget Zähler wäre sehr cool, z.B. EL, FL, wie viel habe ich für was ausgegeben?
 5. Anmerkungen / Kommentare
 - 2021 als Q1 ändern
 - Ist Brainstorming wirklich geeignet für wenige detaillierte Ideen?
 - Methoden im Audi Wiki → Schulung agile Methoden
 - Der Begriff Mock-up ist bei Licht etwas anders definiert
 - VE-Budgetierung
 - Wording in Fachbereichen stark unterschiedlich
 - F7: ergibt gleiches Ergebnis, ggf. etwas besser mit der Methodik, da Methodenempfehlungen
 - F10: Beschreibung des Prozessschrittes kann ausführlicher sein
 - F13: Es wird garantiert nicht jeder Meilenstein dokumentiert werden

PL17 (2020)

PL17 (2020), Experteninterview 17: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?

- Insgesamt zu starr, aber verstanden, dass es flexibel handhabbar ist
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Erster Überblick über Prozess / Projekt
 3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Schwächen:
 - Gefahr der Unflexibilität
 - Vergleich der Projekte
 - Stärke:
 - Vergleich der Projekte → Sollte nicht zu stark controlled werden
 4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Liste der Methoden und Auswahl einer weiteren Methode
 - Sinnhaftigkeit des Prozessschrittes, z.B. Vorgaben, Input / Output
 5. Anmerkungen / Kommentare
 - Grundsätzlich kritisch ggü. Planungstools, da sie unflexibel sind und einen in bestimmten Prozess reindrängen

PL18 (2020)

PL18 (2020), Experteninterview 18: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobile Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Idee finde ich gut
 - Richtet sich stärker an junge Projektleiter
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Handlungsempfehlungen
 - To Do Liste als Gedankenstütze
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärke:
 - Wissenstransfer
 - Bei grober Struktur: Handlungsempfehlungen & Muss-Prozessschritte
 - Schwäche:
 - Zu feingranular → Man schaut nicht mehr nach links und rechts
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?

- Ist das bereits mit Aris verknüpft? Template für Projekt aus Aris / Prozessmanagement Tool ableiten → Flowchart Darstellung
 - Kompatibilität mit anderen Projektmanagement Tools
 - Einstieg während Projekt sollte möglich sein
5. Anmerkungen / Kommentare
- Wie pflegt man die Datengrundlage?
 - Neue Projektcharakterisierung
 - Wie motiviert man PL für dauerhafte Nutzung?
 - Wirkt wie WS Vorbereitungstool
 - Wie weit geht der Foresight?
 - Ressourcenplanung?
 - Für jungen unerfahrenen PL passend
 - Handlungsempfehlungen statt Dauern im SOLL-Prozess

PL19 (2020)

PL19 (2020), Experteninterview 19: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Initial wäre es sinnvoll die Methodik anzuwenden
 - Ein Tracking unter dem Jahr wird nicht von Entwicklern gemacht
 - Projektplanung sollte adaptierbar und über mehrere Jahre hinweg sein
 - Gut für Orientierung
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 -
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 -
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Abhängigkeiten zwischen Mehreren Projekten
 - Unterschiedliche Sichten auf Projekt
 - Zugänglichkeit für Projektleiter
 - Muss erweiterbar sein
 - Es muss in jeder Abteilung jemanden geben der das pflegt
 - Es darf kein Zusatzaufwand für Projektleiter / Entwickler entstehen → Zugänglichkeit für „Alte Hasen“
 - In Pakete unterteilbar
 - S. 1: Erfahrung des PL mit Unsicherheit
 - Doku & Wert auf Nachhaltigkeit legen

- Man benutzt so etwas lieber, wenn man mehr Planungssicherheit hat
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Freitext für Charakterisierung → Methodenentwicklung
 - Hardware Beschaffung und Wartung → zusätzliche Prozesselemente
 - Prototyp → je nach Abteilung unterschiedlich → Meist ein Prototyp für mehrere Projekte → Abhängigkeit von anderen Abteilungen / Projekten → Beauftragungen
 - Unterschiedliche Sichten auf das Projekt
 - Muss Hand in Hand mit gängigen Tools gehen
 - Einfache Handhabung
 - F. 5: Realistische Risiken beachten / abdecken, z.B. Beauftragungen
 - F10: Methoden erweitern, Feedback, Tutorials, Rating

PL20 (2020)

PL20 (2020), Experteninterview 20: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Sehr gut, hilfreich
 - Bringt Struktur in den VE-Prozess
 - Hilfreiche Methoden
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Zeitersparnis
 - Neugestaltung von Ideenfindung
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Stärken:
 - Zeitersparnis
 - Struktur
 - Schwäche:
 - Zu viel Komplexität führt zu großem Aufwand
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - S.u.
 - Meilensteine des PEP für Fzg Projekt
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Ein bisschen Tracking des Projektes ist nicht schlecht
 - Weitere Unterteilungen unter Abteilungsprofil, bezogen auf EFKO

- Übersicht über Objekte ist cool
- VE-Budget muss jährlich beantragt werden → Jährliche Stufen der Ergebnisse / Projekte / Produkte
- Zeitschiene für Fahrzeugprojekte → Fzg Projekte mit spez SOP
- Zielsetzung Serien-Transfer
- Zentrales Tool um Planung durchzuführen wäre super
- Wäre sehr hilfreich
- Kalenderverknüpfung

PL21 (2020)

PL21 (2020), Experteninterview 21: Anwendung und Evaluation des SOLL-Prozess Baukastens für automobiler Vorentwicklungsabteilungen mit Projektleitern der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von der vorgestellten Methodik?
 - Methodik gut
 - Nicht zu eng gefasst, ist nutzbar ohne spezielle Arbeitsweise zu ändern
2. Welchen Mehrwert könnte Dir eine solche Methodik bei der Projektplanung bieten?
 - Insbesondere für Anfänger ein guter Einstieg
 - Verknüpfung mit VE-Erwartungen
 - Lessons Learned
 - Schöne Checkliste, Hilfestellung, Gerüst zum entlanghangeln
3. Welche Stärken und Schwächen siehst Du bei einer solchen Methodik?
 - Schwächen
 - Kann zu unflexibel sein, je nach Projektgröße / Komplexität
 - Es gibt schon Tools, Prozesse & Methoden die genutzt werden
 - Stärken
 - Mit Budget → Guter Überblick
 - Ohne Methodik: Wann brauche ich wie viel Geld
 - Könnte gut für Lessons Learned genutzt werden
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für die Methodik?
 - Möglichst optional für Anwender
 - Passendes Tooling
 - Budget Verwaltung → Wofür braucht man das Budget
5. Anmerkungen / Kommentare
 - Wie flexibel ist die Methodik, um Aspekte rauszuschmeißen → noch nicht ersichtlich
 - Profile der Bereich gut, der Personen eher unklar

- Wenig Hilfe benötigt bei Krea-Methoden

H: Ergebnisse der Experteninterviews für die Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit Prozessautoren der AUDI AG, VW Pkw und Porsche AG

PA1 (2020)

PA1 (2020), Experteninterview 1: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit einem Prozessautor der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von dem vorgestellten Ansatz?
 - Es ist gut, dass eine Feedbackschleife vorgesehen ist, um den Referenzprozessbaukasten weiterzuentwickeln.
 - Der Ansatz sollte anwendbar für unterschiedlich große Organisationen sein
2. Welchen Mehrwert würde dir der Ansatz bei der Prozessentwicklung bieten?
 - Leichte Anwendbarkeit in den Projekten
 - Standardisierung von Vorgehensweisen (Berücksichtigung von Standards führt zur Erhöhung der Prozessqualität)
 - Bei richtiger Anwendung des Ansatzes kann Prozessqualität erhöht werden
 - Wenn alle Parameter (Kontext-Faktoren) bekannt sind, dann ist der Ansatz anwendbar für große Bereiche
 - Man benötigt weniger Personen (Ressourcen) für die Pflege des Prozesses
 - Standardisierte Prozesssteuerung
3. Für welchen Anwendungsbereich denkst du wäre ein Referenzprozessbaukasten geeignet?
 - Für divergente Projekte mit unterschiedlichen Anforderungen an den Prozess
 - Große Spanne zwischen Prozessanforderungen, z.B. Sicherheit, Qualität
 - Grundlegend andere Anforderungen an Entwicklungsprozess
 - Agilität kann auch mit dem Ansatz gemacht werden, ist jedoch schwer abzubilden als Teil des Referenzprozessbaukastens. Es ist wichtiger, dass die Organisation
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für den Ansatz?
 - Ableitung von Baukasten auf Referenzprozess und dann auf SOLL-Prozess könnte ggf. entfallen. Je nachdem wie gut Konfi-

gurationsmöglichkeit / -konzept auf Benutzung durch Projektleiter ausgelegt ist. Wer ist der Anwender des Referenzprozessbaukastens? Ggf. kann zusätzlich zum Projektleiter ein Prozessexperte erforderlich sein.

- Je nach Anwender (Projektleiter oder Prozessexperte) müssen die Freiheitsgrade des Tailoring restriktiver oder weniger restriktiv sein.

PA2 (2020)

PA2 (2020), Experteninterview 2: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit einem Prozessautor der AUDI AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von dem vorgestellten Ansatz?
 - „Ich finde den Ansatz cool“, cooler Ansatz
 - Es ist interessant, da ein Freiheitsgrad eröffnet wird, der vorher nicht da war bzw. nicht bewusst war
 - Das könnte eine Prozessmöglichkeit für Spice Level 3 sein. Hierdurch können die Anforderungen des Spice Level 3 realisiert werden
2. Welchen Mehrwert würde dir der Ansatz bei der Prozessentwicklung bieten?
 - Es ist ein Ansatz für Multiprojektmanagement
 - Der Ansatz ist geeignet für einen Pool an Projekten mit unterschiedlichen Charakteristiken
3. Für welchen Anwendungsbereich denkst du wäre ein Referenzprozessbaukasten geeignet?
 - Vorentwicklungsprojekte
 - Level 3 Spice für Serie-Projekte
 - Junge Projektleiter
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für den Ansatz?
 - Wie kann die Unsicherheit des Projektes eingeplant werden? Kritikalität des Projektes bewerten und Schnittstelle zum Portfoliomanagement
 - Begleitung der Projekte durch Portfoliomanagement, was sind die Exit Kriterien?

PA3 (2020)

PA3 (2020), Experteninterview 3: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit einem Prozessautor von VW Pkw, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von dem vorgestellten Ansatz?
 - Sehr detailliert und sehr umfänglich
 - Der Ansatz ist insgesamt eine riesen Chance
2. Welchen Mehrwert würde dir der Ansatz bei der Prozessentwicklung bieten?
 - Der Ansatz ist umfänglicher bei der Prozessentwicklung
 - Der Referenzprozess wird belastbarer
3. Für welchen Anwendungsbereich denkst du wäre ein Referenzprozess-baukasten geeignet?
 - Nahezu jeder Anwendungsbereich für Entwicklungsprozesse
 - Beispielsweise gibt es bei EK große Varianz an Entwicklungsprojekten, wie Hardware, Software, Methoden
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für den Ansatz?
 - Wie wird Theorie in Praxis übersetzt?
 - Best Practice → Wie kann man den Ansatz anwenden?
 - Anpassung des SOLL-Prozesses:
 - Wie viel Freiheitsgrade hat der Projektleiter bzw. darf er haben? Sollte man Freiheitsgrade zulassen?
 - Inwiefern will Projektleiter überhaupt den Prozess anpassen? Beschäftigt er sich mit dem Prozess? Kann er das überhaupt?

PA4 (2020)

PA4 (2020), Experteninterview 4: Evaluation des Ansatzes zur Entwicklung und Anwendung von SOLL-Prozess Baukästen mit einem Prozessautor der Porsche AG, Ingolstadt.

1. Welchen Eindruck hast Du von dem vorgestellten Ansatz?
 - „voll schön“
 - Potential für Arbeitserleichterung
 - Insgesamt ein tolles Ergebnis
2. Welchen Mehrwert würde dir der Ansatz bei der Prozessentwicklung bieten?
 - Wenn es funktioniert, dann ist es eine große Erleichterung.
 - Kann den Adaptionaufwand des Prozesses durch den Prozessautor erheblich reduzieren. Selbst Softwareentwicklungsprojekte weisen unterschiedliche Prozesscharakteristika auf.
 - Mega-Erleichterung für das Projekt Set-up, da der Adaptionaufwand reduziert wird
 - Es wird weniger Fehler bei Prozessadaption geben
3. Für welchen Anwendungsbereich denkst du wäre ein Referenzprozess-baukasten geeignet?

- Vorentwicklungsprojekte
 - Könnte für Serien-Projekte deutlich komplexer werden
4. Welche Verbesserungsvorschläge hast Du für den Ansatz?
- Es muss immer nochmal ein Prozessexperte über Referenzprozess schauen