

Katharina Dühr

**EDiT - Enabling Distributed Teams:
Eine Methode zur Identifikation und
Erschließung von Verbesserungspotenzialen
in der standortverteilten Produktentwicklung**

EDiT - Enabling Distributed Teams:
A method for identifying and exploiting
improvement potentials
in distributed product development

Band 160

Systeme ■ Methoden ■ Prozesse

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

Copyright IPEK - Institut für Produktentwicklung, 2023
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft
Alle Rechte vorbehalten

ISSN 1615-8113

**EDiT - Enabling Distributed Teams:
Eine Methode zur Identifikation und Erschließung
von Verbesserungspotenzialen
in der standortverteilten Produktentwicklung**

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. Katharina Dühr

Tag der mündlichen Prüfung: 13.12.2022
Hauptreferent: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers
Korreferent: Univ.-Prof. Dr.-Ing. David Inkermann

Vorwort der Herausgeber

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 160

Der generelle Trend zur Globalisierung der Märkte, aber auch der die Märkte bedienenden produzierenden Unternehmen führt dazu, dass – bis hinunter zu mittelständischen Unternehmen – oft an unterschiedlichen Standorten entwickelt und produziert wird. Dieser Trend überlagerte sich einer schon seit vielen Jahrzehnten bestehenden Unternehmensstrukturierung mit unterschiedlichen Standorten, wie dies insbesondere bei größeren Unternehmen weit verbreitet ist. Dabei kann man unterscheiden zum einen die Verteilung der Produktionsbereiche und Werke. Dies ist traditionell sicherlich sehr oft üblich und begründet durch Standortvorteile, Standortwahl, Zugang zum Arbeitsmarkt und auch durch Unternehmensfusionen entstandene Verbünde. Der zweite Bereich ist die Verteilung der Produktentwicklung auf unterschiedliche Standorte. Auch dies hat eine gewisse Tradition, die insbesondere aus der Unternehmensfusionierung oder durch Unternehmensübernahmen entstanden ist. Die standortverteilte Entwicklung hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten allerdings deutlich verstärkt. Insbesondere die globale Präsenz der Unternehmen erfordert es, zumindest die marktnahe Produktentwicklung, auch in den jeweiligen Märkten durchzuführen, da es hier spezifische Einflüsse gibt, die die Zielsysteme der Produkte und auch deren Produktprofile stark beeinflussen. Die Strategie, die hier zugrunde liegt, fasst man unter dem Begriff Local for Local zusammen. Das heißt, die Unternehmen entwickeln und produzieren in den global verteilten Märkten jeweils vor Ort.

Diese Verteilung der Produktions- und Entwicklungsaktivitäten muss nun noch zusätzlich in die systemischen Ebenen untergliedert werden. So entstehen natürlich auf Basis einer Zuliefererstruktur, bei denen Teilsysteme oder Komponenten gefertigt werden, die dann im final produzierenden Unternehmen zum Gesamtsystem gefügt werden, weitere Vernetzungen, da auch die Zulieferer dem Globalisierungstrend folgen. Es entstehen komplexe Entwicklungs- und Produktionsnetzwerke mit entsprechenden Lieferketten. Diese Strukturen sind natürlich zunächst auf das Ziel der optimalen Kostenstruktur- und Gewinnmöglichkeit fokussiert.

In den aktuellen Zeiten mit der weltweiten Corona-Pandemie und aktuell der Kriegssituation in Osteuropa werden die Schwächen eines solchen weltweiten Netzwerks durch Lieferkettenprobleme deutlich. Hier wird sicherlich in Zukunft das Thema Resilienz eine Rolle spielen. Trotz allem wird aber das Konzept des standortverteilten Arbeitens in Zukunft weiter zunehmen. Ein spezieller Aspekt, der durch die Corona-Pandemie zum Tragen kommt, ist die durch die Digitalisierung mögliche, flexible Anordnung des Arbeitsplatzes unter dem Stichwort Homeoffice. Es ergeben sich also auch in den Unternehmen ganz neue Arbeitsstrukturen. Dies gilt ganz besonders für die Bereiche der Produktentwicklung, da hier oft auch Tätigkeiten dezentral, bis hin ins Homeoffice, verlagert werden können. Wurden solche Arbeitsmodelle vor der Corona-Krise oft sehr skeptisch gesehen,

beobachten wir jetzt, wenige Jahre später, eine große Verbreitung neuer Arbeitszeitmodelle, mit Heimarbeitsanteilen von 40 % und mehr.

Die Problematik, wie eine solche Arbeitsweise nun optimal gelingen kann, ist damit in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt. Zu unterscheiden ist dabei die standortverteilte Zusammenarbeit innerhalb einer Organisation, bzw. eines produzierenden Unternehmens – dies bezeichne ich als horizontale standortverteilte Zusammenarbeit – gegenüber der vertikalen standortverteilten Zusammenarbeit, die auch noch den Aspekt des Zuliefernetzwerks sowohl im Bereich der Entwicklungs-Leistung als auch im Bereich der technischen Systeme berücksichtigt. Beide Arten der Zusammenarbeit sind höchst relevant. Sie unterscheiden sich allerdings extrem in ihren Randbedingungen extrem.

Frau Dr.-Ing. Katharina Dühr hat sich in ihrer wissenschaftlichen Arbeit im Rahmen der Karlsruher Schule für Produktentwicklung – KaSPro dem Thema der horizontalen standortverteilten Zusammenarbeit gewidmet und hier mit umfangreichen Forschungsarbeiten wichtige Mechanismen, aber auch Potenziale zur Verbesserung der standortverteilten Arbeitsweise erarbeitet. Fokus ist dabei besonders die Produktentwicklung. Frau Dr.-Ing. Katharina Dühr fasst die Ergebnisse Ihrer Forschung in eine Methode *EDiT – Enabling Distributed Teams* zu einem Methodik-Baustein der KaSPro zusammen. Diese hat Sie nicht nur erforscht und gestaltet, sondern auch umfangreich validiert. Die Arbeit leistet einen sehr wichtigen Beitrag zur Forschung in der Produktentwicklung und gleichzeitig mit der klaren Anbindung an die Praxis wertvolle Unterstützung der Unternehmen bei den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.

Dezember 2022

Albert Albers

Kurzfassung

Um die Vorteile der standortverteilten Produktentwicklung ausschöpfen zu können, ist es notwendig, die Herausforderungen der standortverteilten Produktentwicklung frühzeitig zu erkennen und anzugehen. Daher ist das Ziel der vorliegenden Arbeit die Entwicklung einer Methode, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit innerhalb einer Organisation basierend auf der individuellen Entwicklungssituation zu identifizieren und zu erschließen.

Dazu wird aufbauend auf den Grundlagen des Stands der Forschung ein Verständnis für die Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung geschaffen. Durch die Analyse möglicher Ursachen von Herausforderungen in standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten in den Dimensionen *Mensch, Technologie und Organisation* werden zunächst Indikatoren möglicher negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Produktentwicklung abgeleitet. Diese werden zu sechs Kritikalitätsfaktoren zusammengefasst: *Digitale Infrastruktur, Planung und Prozesse, Entwicklungsteam, Entwicklungsaufgabe, Ressourcenverfügbarkeit* sowie *Kommunikation und Wissenstransfer*. Anschließend werden 10 Handlungsfelder der Produktentwicklung identifiziert, welche einen entscheidenden Einfluss auf den Erfolg von standortverteilten Produktentwicklungsprozessen aufweisen und damit als Stellhebel zum Entgegenwirken der Ursachen negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität dienen. Zu den einflussreichsten Handlungsfeldern zählen *Zielverständnis und Vision, Informationen, Daten und Wissensmanagement* sowie *(virtuelle) Kommunikation und Zusammenarbeit*.

Anschließend wird anhand des Zielsystems an eine Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen in der standortverteilten Zusammenarbeit die EDiT-Methode (Enabling Distributed Teams) iterativ entwickelt. Die EDiT-Methode unterstützt einen, auf die standortverteilte Produktentwicklung ausgelegten Problemlösungsprozess entlang der SPALTEN-Methode zur kontinuierlichen Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit. Um die situationsgerechte Anpassung und nutzerzentrierte Anwendung der EDiT-Methode zu unterstützen, wird die Methode in einem Online Leitfaden umgesetzt und mithilfe von vier Anwendungsvarianten *Spiel Team Space, Workshop-Anwendung, Retrospektive* und *individuelle Tools* veranschaulicht.

Zur Analyse des Beitrags, den die Anwendung der entwickelten EDiT-Methode leistet, wird die EDiT-Methode iterativ in unterschiedlichen Reifegraden sowie in den Validierungsumgebungen Feld, Live-Lab und Labor insgesamt in neun Validierungsiterationen angewendet. Die Auswertung der Validierungsiterationen legt dar, dass sich durch die Anwendung, der in dieser Arbeit entwickelten Methode, individuelle Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in den Produktentwicklungsaktivitäten identifizieren und erschließen lassen. Dies zeigt sich insbesondere in den quantitativen Nachweisen des Effekts, die statistisch signifikante Verbesserungen in den betrachteten Potenzialfeldern deutlich machen.

Abstract

In order to exploit the benefits of distributed product development, it is necessary to identify and address the challenges of distributed product development at an early stage. Therefore, the goal of this thesis is to develop a method that enables product development teams within one organization to identify and exploit improvement potentials of distributed collaboration based on the individual development situation.

Therefore, an understanding of the characteristics of distributed product development is created based on the fundamentals of the state of the art. By analyzing possible causes of challenges in distributed product development activities in the dimensions *human*, *technology* and *organization*, indicators of possible negative effects on efficiency and effectiveness in distributed product development are first derived. These are combined into six criticality factors: *Digital infrastructure*, *planning and process*, *development team*, *development task*, *availability of resources*, and *communication and knowledge transfer*. Subsequently, 10 fields of action of distributed product development are identified which have a decisive influence on the success of distributed product development processes and thus serve as levers to counteract the causes of negative effects on efficiency and effectiveness. The most influential fields of action include *understanding of goal and vision*, *information*, *data and knowledge management*, and *(virtual) communication and collaboration*.

Subsequently, based on the system of objectives, a method for enabling product development teams to identify and exploit improvement potential of distributed collaboration is iteratively developed, called the EDiT method (Enabling Distributed Teams). The EDiT method supports a problem-solving process designed for distributed product development along the SPALTEN method for continuous improvement of distributed collaboration. To support the situation-adequate adaptation and user-centered application of the EDiT method, the method is implemented in a guideline and illustrated by four application variants: *Game Team Space*, *Workshop Application*, *Retrospective* and *Individual Tools*.

To analyze the contribution of the application of the developed EDiT method, the EDiT method is applied iteratively in different maturity levels. The validation environments field, Live-Lab and laboratory are used, leading to a total of nine validation iterations. The evaluation of the validation iterations reveals that by applying the method developed in this thesis, individual improvement potentials of distributed collaboration in product development activities can be identified and exploited. This is particularly

evident in the quantitative results of the effect which show statistically significant improvements in the considered fields of potential.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mich auf meinem Weg begleitet und unterstützt haben.

Zunächst möchte ich meinen besonderen Dank an meinen Doktorvater Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers richten. Sie haben mir die Promotion ermöglicht, an mich und meine Fähigkeiten geglaubt und mir Aufgaben und Funktionen übertragen, die ich mir zu Beginn meiner Zeit am IPEK selbst nicht zugetraut hätte. Durch diese besondere Erfahrung konnte ich mich wissenschaftlich, fachlich und persönlich weiterentwickeln. Bei Prof. Dr.-Ing. Inkermann bedanke ich mich für die Übernahme des Korreferats und die anregenden Gespräche und Impulse zur Fertigstellung der Arbeit.

Ein großer Dank gilt meinen Mentorinnen und Mentoren Herr Prof. Dr.-Ing. Nikola Bursac, Herr Dr.-Ing. Simon Rapp, Herr Dr.-Ing. Florian Marthaler, Herr Prof. Dr.-Ing. Kay Weidenmann und Frau Dr.-Ing. Sabine Muschik. Die persönliche und fachliche Förderung gepaart mit motivierenden Worten haben für mich die Zeit am IPEK zu einem Abenteuer gemacht, dessen Erkundung, begleitet durch euch, unglaublich viel Freude gebracht hat.

Für zahlreiche Anmerkungen, Hinweise und Impulse bei der Erarbeitung und Finalisierung der Forschungsinhalte sowie fachliche und zwischenmenschliche Diskussionen, aus denen auch Freundschaften entstanden sind, bedanke ich mich bei Frau Monika Klippert, Herrn Christoph Kempf, Herrn Felix Pfaff und Herrn Jonas Heimicke.

Zusätzlich bedanke ich mich bei allen Studierenden, die im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten einen Beitrag zu dieser Arbeit geleistet haben. Die wöchentlichen fachlichen Diskussionen haben mir zu jeder Zeit Spaß gemacht. Besonders hervorheben möchte ich hier Herr David Kopp, Frau Katharina Zech und Herr Fabian Dernbach.

Dem gesamten Team der Forschungsgruppe Entwicklungsmethodik und -management spreche ich meinen größten Dank aus. Euer Engagement und eure Warmherzigkeit lassen mich die vorliegende Arbeit mit einem lachenden und weinenden Auge fertigstellen. Ein großer Dank geht auch an das IPEK-Team, das eine

einzigartige Umgebung geschaffen hat, welche jeden Tag die Grundlage für eine leistungsfähige und kollegiale Zusammenarbeit darstellte.

Den größten Dank richte ich an meine ganze Familie, in Taben und in Karlsruhe. Seit der ersten Stunde habt ihr an mich geglaubt, mich unterstützt und mich zu jeder Zeit bestärkt, auch an mich selbst zu glauben. Diesen Zusammenhalt und diese Unterstützung, in guten wie auch in schlechten Zeiten, möchte ich weiter in die Welt tragen. David, dir gilt hier ein besonderer Dank. Deine Gutmütigkeit, dein Gerechtigkeitsinn und deine Ruhe bildeten für mich einen Raum des Wohlfühlens, der mich bei Höhen erdet und mich bei Tiefen zuversichtlich nach vorne blicken lässt. Außerdem hast du mich immerzu motiviert, weiter an mir und in Richtung meiner Ziele zu arbeiten.

Karlsruhe, den 13.12.2022

“Change will not come if we wait for some other person or if we wait for some other time. We are the ones we've been waiting for. We are the change that we seek.”

- *Barack Obama*

Für Godi Nanni und Ewald

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	i
Abstract	iii
Inhaltsverzeichnis	ix
Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xxiii
Abkürzungsverzeichnis	xxvii
Formelzeichen	xxix
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Fokus der Arbeit.....	3
1.3 Aufbau der Arbeit.....	5
2 Grundlagen und Stand der Forschung	7
2.1 Innovation und der Kontext der Produktentstehung	7
2.1.1 Grundlegendes Verständnis der Produktentstehung	9
2.1.2 Entwicklungskontext und Entwicklungssituation	11
2.2 Der Mensch als Problemlöser in der Produktentwicklung.....	14
2.2.1 Produktentstehung als iterative Problemlösung durch Analyse- und Syntheseaktivitäten.....	15
2.2.2 Methoden zur Unterstützung der Problemlösung in der Produktentstehung	17
2.2.3 Modellierung von Produktentstehungsprozessen	19
2.2.4 Agilität zur Unterstützung der Produktentstehung.....	22
2.3 Standortverteilte Produktentwicklung und die Zusammenarbeit im Team	25
2.3.1 Grundlegendes Verständnis der standortverteilten Produktentwicklung.....	25
2.3.2 Chancen und Herausforderungen der standortverteilten Produktentwicklung.....	28
2.3.3 Erfolgreiche Zusammenarbeit in der standortverteilten Produktentwicklung.....	32
2.3.4 Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung	34

2.4	Unterstützung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung.....	41
2.4.1	Ansätze zur Unterstützung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung.....	42
2.4.2	Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Produktentwicklung.....	45
2.5	Fazit	50
3	Forschungsbedarf und Zielsetzung.....	53
3.1	Forschungsbedarf	53
3.2	Zielsetzung.....	56
3.3	Forschungshypothese und Forschungsfragen.....	58
3.4	Forschungsmethodik	58
3.4.1	Forschungsstadien und Struktur der Arbeit	59
3.4.2	Iteratives Vorgehen zur kontinuierlichen und frühen Validierung	61
3.4.3	Überblick über die verwendeten Forschungsmethoden und -Umgebungen	67
4	Zielsystem zur Verbesserung der standortverteilten Produktentwicklung	73
4.1	Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Produktentwicklung.....	74
4.1.1	Forschungsvorgehen	76
4.1.2	Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten im Live-Lab ProVIL	83
4.1.3	Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten im Feld.....	87
4.1.4	Statistische Auswertung der Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten	89
4.1.5	Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung als Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität	90
4.1.6	Zwischenfazit	92
4.2	Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung	94
4.2.1	Forschungsvorgehen	96
4.2.2	Literaturbasierte Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung.....	99

4.2.3	Erfolgsrelevante Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung.....	100
4.2.4	Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung	102
4.2.5	Zwischenfazit.....	105
4.3	Zielsystemelemente der Methode	106
4.3.1	Forschungsvorgehen	107
4.3.2	Zielsystemelemente einer Methode zur Befähigung standortverteilter Entwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen.....	110
4.3.3	Gesamtübersicht der Zielsystemelemente der Methode	113
4.3.4	Zwischenfazit.....	114
4.4	Fazit.....	116
5	Entwicklung der EDiT-Methode	123
5.1	Systematische Operationalisierung der Zielsystemelemente der Methode	124
5.1.1	Zielsystem der Methode	125
5.1.2	Elemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente der Methode	126
5.2	EDiT-Methode – Enabling Distributed Teams	130
5.2.1	Übersicht über die EDiT-Methode.....	131
5.2.2	Phase 1: Potenzialanalyse	136
5.2.3	Phase 2: Maßnahmen-Definition	148
5.2.4	Phase 3: Maßnahmen-Umsetzung	156
5.2.5	Phase 4: Maßnahmen-Evaluation.....	159
5.3	Fazit.....	174
6	Anwendung und Validierung der EDiT-Methode	179
6.1	Vorgehen zur Validierung der EDiT-Methode.....	179
6.2	Schlüsselergebnis 1: Anwendung und Ergebnisse der Validierungsiterationen	183
6.2.1	Studiendesign.....	184
6.2.2	Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode bei Trumpf (frühe Validierungsiteration)	186
6.2.3	Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode bei Porsche Engineering (mittlere Validierungsiteration)	188
6.2.4	Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode bei Voith Turbo (späte Validierungsiteration)	190
6.2.5	Fazit der iterativen Weiterentwicklung der EDiT-Methode	193
6.3	Schlüsselergebnis 2: Identifikation individueller Verbesserungspotenziale	194
6.3.1	Studiendesign.....	194

6.3.2	Ergebnisse der Identifikation individueller Verbesserungspotenziale.....	194
6.4	Schlüsselergebnis 3: Erschließung individueller Verbesserungspotenziale	196
6.4.1	Studiendesign	196
6.4.2	Ergebnisse der Erschließung individueller Verbesserungspotenziale.....	197
6.5	Schlüsselergebnis 4: Effekt durch Vergleich der Test- und Kontrollgruppen	199
6.5.1	Studiendesign	199
6.5.2	Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode im Live-Lab ProVIL.....	201
6.5.3	Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode in labornaher Umgebung „Entwicklungssimulator“	205
6.6	Schlüsselergebnis 5: Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode.....	209
6.6.1	Studiendesign	209
6.6.2	Ergebnisse der Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode.....	209
6.7	Fazit	212
7	Zusammenfassung und Gesamtfazit	217
8	Ausblick	235
8.1	Adaption von Methoden der kreativen Ideenfindung für den virtuellen Raum	235
8.2	Messung des Methodenerfolgs zur Verbesserung der Produktentwicklung.....	237
8.3	Strategische Bestimmung des richtigen Ziellevels an Agilität	238
8.4	Verbesserung der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit	239
8.5	Unterstützung der standortverteilten Zusammenarbeit durch Assistenzsysteme	240
	Literaturverzeichnis	I
	Glossar.....	XXXIII
	Anhang A	XXXV
	Zusammensetzung der Umfrageteilnehmenden zur Erhebung des Bedarfs	XXXV
	Anhang B	XXXVII
	Übersicht über die Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung	XXXVII

Anhang C	XLIII
Interviewleitfaden zur Identifikation von Zielsystemelemente der Methode .	XLIII
Anhang D	XLV
Fragebogen zur Relevanzbewertung der Zielsystemelemente der Methode	XLV
Anhang E	LI
Vorlage zur Dokumentation von benötigten Ressourcen	LI
Anhang F	LIII
Steckbriefe der weiteren Validierungsiterationen	LIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Fokus der vorliegenden Arbeit sowie Themen, auf denen aufgebaut und zu denen beigetragen wird	4
Abbildung 1.2:	Aufbau und Struktur der vorliegenden Arbeit.....	5
Abbildung 2.1:	Bestandteile einer Innovation nach Albers und Heimicke et al. (2018).....	9
Abbildung 2.2:	Die Zulieferpyramide in der Automobilindustrie	11
Abbildung 2.3:	Einteilung der Kontextfaktoren der Produktentwicklung nach Hales und Gooch (2004)	13
Abbildung 2.4:	Bereiche zur Gestaltung von Produktentstehungsprozessen nach Blessing und Chakrabarti (2009)	14
Abbildung 2.5:	Iterative Entwicklung des Ziel- und Objektsystem durch das Handlungssystem (erweitertes ZHO-System).....	16
Abbildung 2.6:	Übersicht von Problemlösungsmethoden nach Detailgrad und Einsatzbereich.....	17
Abbildung 2.7:	Elemente der SPALTEN-Problemlösungsmethode nach Albers et al. (2002)	18
Abbildung 2.8:	Modelle zur Modellierung des Produktentstehungsprozesses mit unterschiedlichen Detaillierungs- und Formalisierungsgraden.....	20
Abbildung 2.9:	Darstellung eines Layers des iPeM – integriertes Produktentstehungsmodell nach Albers und Reiss et al. (2016)	21
Abbildung 2.10:	Die neun Prinzipien des ASD-Agiles Systems Design nach Albers und Heimicke et al. (2019)	23
Abbildung 2.11:	Abgrenzung der Interaktionsmechanismen in der standortverteilten Produktentwicklung mit steigender Intensität der Interaktion	26
Abbildung 2.12:	Gestaltungsdimensionen zur Berücksichtigung der grundlegenden Dimensionen <i>Technik</i> , <i>Organisation</i> und <i>Mensch</i>	28
Abbildung 2.13:	Die vier Dimensionen der Distanz als zentrale Herausforderung der standortverteilten Zusammenarbeit	30

Abbildung 2.14:	Übersicht über die Events und Artefakte des Scrum-Frameworks eingeordnet im Scrum-Prozess nach Schwaber und Sutherland (2020)	44
Abbildung 2.15:	Die Anyplace/Anytime-Matrix nach O'Hara-Devereaux und Johansen (1996) zur Auswahl geeigneter Kommunikationsmedien in der standortverteilten Zusammenarbeit.....	48
Abbildung 2.16:	Merkmalsmatrix standortverteilter Entwicklungsprozesse und ihre Ausprägungen	49
Abbildung 2.17:	Beispielhafter Vergleich der Anforderungen einer Entwicklungsmethode mit der tatsächlich vorhandenen Entwicklungssituation anhand der FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) Methode	50
Abbildung 3.1:	Auswertung der Aussagen (n = 24) bzgl. der Auswirkung der standortverteilten Zusammenarbeit auf Effizienz und Effektivität zeigt große Streuung und somit sehr individuell wahrgenommene Auswirkungen.....	54
Abbildung 3.2:	Auswertung der Aussagen (n = 24) bzgl. der Herausforderungen und Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit sowie deren allgemeiner Verbesserung zeigt übergreifend Verbesserungspotenziale ...	55
Abbildung 3.3:	Auswertung der Aussagen (n = 24) bzgl. der Herausforderungen und Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit sowie deren allgemeiner Verbesserung bestätigt den Bedarf nach einer Unterstützung	56
Abbildung 3.4:	Forschungsstadien nach der DRM in dieser Arbeit einschließlich Kapitelzuordnung, verwendeter Forschungsmethoden und Kernergebnissen	59
Abbildung 3.5:	Zeitliche Einordnung der Validierungsiterationen über die drei Validierungsumgebungen Feld, Live-Lab und Labor.....	62
Abbildung 3.6:	Bewertung der Unterstützungsleistung, der Anwendbarkeit und des Erfolgsbeitrags interpretiert für diese Arbeit	63
Abbildung 3.7:	Zielmodell für das Vorgehensmodell zur Validierung der EDiT-Methode	64
Abbildung 3.8:	Vorgehensmodell zur Validierung der EDiT-Methode anhand der drei Kategorien der Validierung (I-III) sowie die Weiterentwicklung der EDiT-Methode (IV)	65

Abbildung 3.9:	Überblick der in den Stadien verwendeten Forschungsmethoden.....	67
Abbildung 3.10:	Phasen und Aktivitäten des Referenzprozesses im Live-Lab ProVIL.....	69
Abbildung 3.11:	Phasen und Aktivitäten des Entwicklungssimulators	70
Abbildung 4.1:	Ziele und Vorgehen der Analyse der Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten	75
Abbildung 4.2:	Grundstruktur des Fragebogens für beide Studien unterteilt in allgemeine Informationen und Hauptteil	76
Abbildung 4.3:	Beispielfrage aus dem Hauptteil der ersten Fragebogenstudie im Live-Lab ProVIL.....	78
Abbildung 4.4:	Charakterisierung der Studienteilnehmenden aus der Praxis ..	80
Abbildung 4.5:	Auswertung der Effizienz und Effektivität über die vier Phasen von ProVIL	84
Abbildung 4.6:	Auswertung der Phasenergebnisse der Effizienz über die vier Phasen von ProVIL	85
Abbildung 4.7:	Auswertung der Phasenergebnisse der Effektivität über die vier Phasen von ProVIL	86
Abbildung 4.8:	Auswertung der Ergebnisse mit Experten aus der Entwicklungspraxis.....	87
Abbildung 4.9:	Übersicht über die sechs Kritikalitätsfaktoren	91
Abbildung 4.10:	Ziele, Vorgehen und Ergebnisse der Analyse der Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten	93
Abbildung 4.11:	Ziele und Vorgehen der Ableitung von Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung	95
Abbildung 4.12:	Vorgehen zur Identifikation, Reduzierung und Zusammenfassung der Einflussfaktoren zu den 10 Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung ..	97
Abbildung 4.13:	Auswertung des Scree-Tests zur Auswahl der einflussreichsten Faktoren auf den Erfolg standortverteilter Produktentwicklungsprozesse	98
Abbildung 4.14:	Zuordnung der Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung	100

Abbildung 4.15:	Zuordnung der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung	102
Abbildung 4.16:	Die 10 Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung.....	103
Abbildung 4.17:	Ziele, Vorgehen und Ergebnisse der Analyse der Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung .	105
Abbildung 4.18:	Ziele und Vorgehen der Definition von Zielsystemelementen	107
Abbildung 4.19:	Verteilung der n = 125 Befragten nach ihren Tätigkeitsbereichen.....	109
Abbildung 4.20:	Ziele, Vorgehen und Ergebnisse der Identifikation von Zielsystemelementen der Methode	115
Abbildung 4.21:	Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der drei empirischen Studien der Deskriptiven Studie I.....	117
Abbildung 4.22:	Übersicht über die sechs Kritikalitätsfaktoren	118
Abbildung 4.23:	Die zehn Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung.....	119
Abbildung 5.1:	Vorgehen und Ergebnisse der Entwicklung der EDiT-Methode	124
Abbildung 5.2:	Konkretisiertes Zielsystem mit Elementen der Methode und deren Beziehungen, angelehnt an Gericke et al. (2017)	125
Abbildung 5.3:	Übersicht EDiT-Methode anhand der Phasen und Zuordnung zu SPALTEN-Schritten	131
Abbildung 5.4:	Übersicht über die Aktivitätenblöcke der EDiT-Methode.....	132
Abbildung 5.5:	Ausschnitt der Einführung der Grundlagen zur Arbeit mit Miro in der EDiT-Methode	135
Abbildung 5.6:	Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 1 der EDiT-Methode	137
Abbildung 5.7:	Ausschnitt aus Aktivitätenblock 1 des Online-Leitfadens - Tipps zur Vorbereitung der Dokumentation	139
Abbildung 5.8:	Ausschnitt des Tools Miro zur Dokumentation von (Zwischen-)Ergebnissen im Leitbeispiel	140
Abbildung 5.9:	Ausschnitt des Dokumentationsmediums Mentimeter zur Dokumentation von (Zwischen-)Ergebnissen im Leitbeispiel	140
Abbildung 5.10:	Unterstützende Leitfragen zur Auswahl der geeigneten Anwendungsvariante aus dem Leitfaden	142

Abbildung 5.11:	Ausgabe des Tools zur Bestimmung der Kritikalität von Produktentstehungsaktivitäten der Aktivität <i>Projekte managen</i> 143
Abbildung 5.12:	Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der kritischsten Aktivität im Leitbeispiel 145
Abbildung 5.13:	Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der Verbesserungspotenziale im Leitbeispiel 146
Abbildung 5.14:	Beispielhaftes Ergebnis der Identifikation von Verbesserungspotenzialen zur Veranschaulichung der Bewertung der Zufriedenheit mit den Handlungsfeldern 147
Abbildung 5.15:	Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der individuellen Verbesserungspotenziale im Leitbeispiel 148
Abbildung 5.16:	Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 2 der EDiT-Methode 149
Abbildung 5.17:	Matrix zur Abschätzung des Nutzen-Aufwand-Verhältnisses von Maßnahmen 151
Abbildung 5.18:	Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der individuellen Verbesserungspotenziale aus dem Leitbeispiel 152
Abbildung 5.19:	Überblick über die Bereiche zur Identifikation messbarer Variablen und mögliche Beispiele für den Bereich Nutzen 153
Abbildung 5.20:	Beispiele über Möglichkeiten der Datenerhebung in der standortverteilten Zusammenarbeit 155
Abbildung 5.21:	Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 3 der EDiT-Methode 157
Abbildung 5.22:	Umsetzung der Maßnahme: Kurzfrage im Daily – Unterstützung durch Beispiele und weitere hilfreiche Webseiten in Confluence 158
Abbildung 5.23:	Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 4 der EDiT-Methode 160
Abbildung 5.24:	Beispielhaftes Ergebnis der Messung des neuen Zustands zur Veranschaulichung der verbesserten Bewertung der Zufriedenheit mit den Handlungsfeldern 161
Abbildung 5.25:	Überblick über die messbaren Variablen der Umsetzung im Leitbeispiel 163
Abbildung 5.26:	Überblick über die messbaren Variablen des Aufwands im Leitbeispiel 164

Abbildung 5.27:	Überblick über die messbaren Variablen des Nutzens im Leitbeispiel.....	165
Abbildung 5.28:	Veranschaulichung ausgewählter messbarer Variablen zur Bewertung der Teamentwicklung im Daily	166
Abbildung 5.29:	Veränderung des arithmetischen Mittels erhobener Variablen des Nutzens bzgl. der Teamentwicklung	167
Abbildung 5.30:	Veränderungen der Abstände der Quartile sowie der Median am Beispiel des Vertrauens in Teammitglieder	168
Abbildung 5.31:	Individuelle Durchführung, Anpassung und Weiterentwicklung der EDiT-Methode im Leitbeispiel	169
Abbildung 5.32:	Beispielhaftes Ergebnis der grafischen Auswertung einer möglichen Einschätzung des Erfüllungsgrades der Zielsystemelemente der Anwendbarkeit der EDiT-Methode .	171
Abbildung 5.33:	Bewertung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode im Leitbeispiel.....	172
Abbildung 5.34:	Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der Präskriptiven Studie	175
Abbildung 5.35:	Die Elemente der Methode und deren Beziehungen, angelehnt an Gericke et al. (2017)	176
Abbildung 5.36:	Übersicht EDiT-Methode anhand der Phasen und Zuordnung zu SPALTEN-Schritten inkl. beispielhafte Ergebnisse der Anwendung.....	177
Abbildung 6.1:	Überblick über die durchgeführten Validierungsiterationen der EDiT-Methode im Feld.....	180
Abbildung 6.2:	Anwendung der EDiT-Methode im Live-Lab ProVIL	181
Abbildung 6.3:	Anwendung der EDiT-Methode in der Laborumgebung Entwicklungssimulator	182
Abbildung 6.4:	Template des Steckbriefs als Übersicht über die Kernergebnisse der Validierung der EDiT-Methode.....	184
Abbildung 6.5:	Ergebnisse der frühen Validierungsiteration bei Trumpf	187
Abbildung 6.6:	Ergebnisse der mittleren Validierungsiteration bei Porsche Engineering	189
Abbildung 6.7:	Ergebnisse der späten Validierungsiteration bei Voith Turbo	192
Abbildung 6.8:	Darstellung der identifizierten individuellen Verbesserungspotenziale der Validierungsiterationen	195

Abbildung 6.9:	Erwartete (Vorhersage) und eingetretene (Abschluss) Probleme in den Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung in den ProVIL-Phasen 2 und 3 der Test- und Kontrollgruppen ..	202
Abbildung 6.10:	Durchschnittliche Bewertung der Produktprofile nach der zweiten Phase (MS2) und Produktideen nach der dritten Phase (MS3)	203
Abbildung 6.11:	Vergleich der Bewertung des Verlaufs der Zufriedenheit anhand der vier identifizierten Potenzialfelder	204
Abbildung 6.12:	Grad der Funktionserfüllung über die vier Messpunkte im Verlauf des Entwicklungssimulators für die Test- und Kontrollgruppen	205
Abbildung 6.13:	Monetärer Ertrag der Test- und Kontrollgruppen	206
Abbildung 6.14:	Vergleich der Bewertung des Verlaufs der Zufriedenheit anhand der identifizierten Potenzialfelder	208
Abbildung 6.15:	Auswertung der Erfüllung der Zielsystemelemente nach der Anwendung der EDiT-Methode über alle Validierungsiterationen hinweg.....	210
Abbildung 6.16:	Schlüsselergebnisse und Vorgehen der Deskriptiven Studie II	213
Abbildung 7.1:	Fokus der vorliegenden Arbeit sowie Themen, auf denen aufgebaut und beigetragen wird	218
Abbildung 7.2:	Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der drei empirischen Studien der Deskriptiven Studie I	219
Abbildung 7.3:	Die 10 Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung	221
Abbildung 7.4:	Die fünf als besonders relevant eingeschätzten Zielsystemelemente der Methode	222
Abbildung 7.5:	Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der Präskriptiven Studie	223
Abbildung 7.6:	Konkretisiertes Zielsystem mit Elementen der Methode und deren Beziehungen	224
Abbildung 7.7:	Übersicht EDiT-Methode anhand der Phasen und Zuordnung zu SPALTEN-Schritten.....	225
Abbildung 7.8:	Zeitliche Einordnung der Validierungsiterationen über die drei Validierungsumgebungen Feld, Live-Lab und Labor	227
Abbildung 7.9:	Übersicht über Schlüsselergebnis 1: Anwendung, Ergebnisse und Weiterentwicklungen der EDiT-Methode in den Validierungsiterationen.....	228

Abbildung 7.10:	Übersicht über Schlüsselergebnis 2: Identifizierte Verbesserungspotenziale in den Validierungsiterationen.....	229
Abbildung 7.11:	Übersicht über Schlüsselergebnis 3: Erschließung individueller Verbesserungspotenziale	230
Abbildung 7.12:	Übersicht über Schlüsselergebnis 4: Effekt der Methode durch Vergleich der Test- und Kontrollgruppen	232
Abbildung 7.13:	Übersicht über Schlüsselergebnis 5: Bewertung der Erfüllung der Zielsystemelemente der EDIT-Methode.....	233
Abbildung 8.1:	Verortung der fünf weiterführenden Forschungsvorhaben	235
Abbildung 8.2:	Angestrebte Ziele des Forschungsvorhabens der Adaption von Methoden der kreativen Ideenfindung.....	237
Abbildung 8.3:	Ziele des Vorhabens zur frühen und kontinuierlichen Messung der Methodenperformanz	238
Abbildung 8.4:	Vorgehen zur Bestimmung des Ziellevels an Agilität	239
Abbildung 8.5:	Das INDUSAC-Konzept zur Verbesserung der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit von Industrie und Hochschulen.....	240
Abbildung 8.6:	Unterstützung der Integration und des Abrufens von Informationen bei der Verwendung von MBSE-Modellen.....	241
Abbildung A.1:	Angepasste und erweiterte Darstellung der Zusammensetzung der Teilnehmenden.....	XXXV
Abbildung F.1:	Ergebnisse der frühen Validierungsiteration bei Bosch Engineering GmbH	LIII
Abbildung F.2:	Ergebnisse der mittleren Validierungsiteration bei TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH.....	LIV
Abbildung F.3:	Ergebnisse der späten Validierungsiteration bei CAS Software AG	LV
Abbildung F.4:	Ergebnisse der späten Validierungsiteration bei TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH.....	LVI
Abbildung F.5:	Ergebnisse der Validierungsiteration im Live-Lab ProVIL	LVII
Abbildung F.6:	Ergebnisse der Validierungsiteration in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators – Testgruppe 1.....	LVIII
Abbildung F.7:	Ergebnisse der Validierungsiteration in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators – Testgruppe 2.....	LIX

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1:	Chancen und Herausforderungen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung.....	31
Tabelle 2.2:	Auswirkungen von Virtualität und Teameigenschaften auf Teamergebnisse	36
Tabelle 2.3:	Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung vor der Corona-Pandemie .	37
Tabelle 2.4:	Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung nach Beginn der Corona-Pandemie	38
Tabelle 2.5:	Übersicht über die Definitionen von Effizienz und Effektivität ..	40
Tabelle 2.6:	Übersicht ausgewählter Ansätze zur Unterstützung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung, mit Fokus und Beschreibung	43
Tabelle 2.7:	Übersicht ausgewählter Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Produktentwicklung mit Fokus und Beschreibung (Teil 1)	46
Tabelle 2.8:	Übersicht ausgewählter Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Produktentwicklung mit Fokus und Beschreibung (Teil 2)	47
Tabelle 3.1:	Mögliche Forschungstypen nach Blessing und Chakrabarti (2009, S. 16) und Einordnung dieser Arbeit	61
Tabelle 3.2:	Die beiden in dieser Arbeit verwendeten Indizes für die Effektstärken nach Cohen (1992)	71
Tabelle 4.1:	Die zwei verwendeten Cluster von Suchbegriffen sowie die verwendeten Datenbanken	96
Tabelle 4.2:	Auszug der literaturbasierten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung	99
Tabelle 4.3:	Übersicht der literaturbasierten erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung...	101
Tabelle 4.4:	Liste der Experten mit Position und Expertise	108
Tabelle 4.5:	Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags der Methode	111

Tabelle 4.6:	Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung der Methode	112
Tabelle 4.7:	Zielsystemelemente der Anwendbarkeit der Methode	113
Tabelle 4.8:	Gesamtübersicht der Zielsystemelemente der Methode absteigend sortiert hinsichtlich ihrer Relevanz	114
Tabelle 4.9:	Gesamtübersicht der Zielsystemelemente der Methode absteigend sortiert hinsichtlich ihrer Relevanz	121
Tabelle 5.1:	Methodenelemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung.....	127
Tabelle 5.2:	Methodenelemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente der Anwendbarkeit	128
Tabelle 5.3:	Methodenelemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags	129
Tabelle 5.4:	Durch die Autorin betreute Abschlussarbeiten sowie Konferenzbeiträge als Grundlage der Aktivitätenblöcke der EDiT-Methode und des Leitfadens	133
Tabelle 5.5:	Ausschnitt der Excel-Tabelle zur Dokumentation der benötigten Ressourcen im Leitbeispiel	141
Tabelle 5.6:	Kriterien zur Auswahl geeigneter messbarer Variablen	154
Tabelle 5.7:	Beispiele potenzieller messbarer Variablen und dazugehörige Störvariablen aus dem Leitbeispiel	156
Tabelle 6.1:	Schlüsselergebnisse der Validierung der EDiT-Methode	183
Tabelle 6.2:	Ausgewählte Weiterentwicklungen in den neun Validierungsiterationen der EDiT-Methode zur Darstellung der iterativen Methodenentwicklung.....	193
Tabelle 6.3:	Ergebnisse der Auswertung der Erschließung individueller Verbesserungspotenziale über die verschiedenen Validierungsumgebungen hinweg.....	197
Tabelle B.1:	Handlungsfeld 1: Iteratives, agiles Arbeiten	XXXVII
Tabelle B.2:	Handlungsfeld 2: Kreative Problemlösung & Entscheidungsfindung	XXXVIII
Tabelle B.3:	Handlungsfeld 3: Zielverständnis & Vision	XXXVIII
Tabelle B.4:	Handlungsfeld 4: Produktentwicklungsaufgabe	XXXVIII
Tabelle B.5:	Handlungsfeld 5: Digitalisierung & Technologisierung der Arbeitsumgebung	XXXIX

Tabelle B.6:	Handlungsfeld 6: Informationen, Daten & Wissensmanagement	XL
Tabelle B.7:	Handlungsfeld 7: Teamkompetenzen & Teamzusammensetzung	XL
Tabelle B.8:	Handlungsfeld 8: Teamentwicklung & Teamkultur.....	XLI
Tabelle B.9:	Handlungsfeld 9: (Virtuelle) Kommunikation & Zusammenarbeit	XLII
Tabelle B.10:	Handlungsfeld 10: Methodenanwendung	XLII
Tabelle E.1:	Vorlage zur Dokumentation von benötigten Ressourcen.....	LI

Abkürzungsverzeichnis

ASD	Agile Systems Design
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DRM	Design Research Methodology
ES	Entwicklungssimulator
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
INDUSAC	INDUSty – ACademia
IPEK	Institut für Produktentwicklung
iPeM	Integriertes Produktentstehungsmodell
KaSPro	Karlsruher Schule für Produktentwicklung
KI	Künstliche Intelligenz
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
MBSE	Model-based Systems Engineering
ProVIL	Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor
Retro	Retrospektive
SPALTEN	Akronym für eine Problemlösungsmethode: Situationsanalyse, Problemeingrenzung, Alternative Lösungen, Lösungsauswahl, Tragweitenanalyse, Entscheiden und Umsetzen, Nachbereiten und Lernen
TOM-Modell	Technik-, Organisation-, Mensch-Modell
Trumpf	TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co. KG
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
ZHO	Systemtripel aus Ziel-, Handlungs-, und Objektsystem

Formelzeichen

r	Person-Korrelationseffizient
z	Standardisierte Teststatistik
N	Stichprobengröße
d	Cohen's d
m	Mittelwert
σ	Standardabweichung

1 Einleitung

„Die effizienteste und effektivste Methode, Informationen an und innerhalb eines Entwicklungsteams zu übermitteln, ist im Gespräch von Angesicht zu Angesicht.“

– Prinzipien hinter dem Agilen Manifest

1.1 Motivation

Standortverteilte Zusammenarbeit in der Produktentwicklung war lange Zeit für viele nur ein Trend, bedingt durch die fortschreitende Globalisierung. Doch mit einem Blick auf die vergangenen Jahre hat vor allem die Corona-Pandemie die standortverteilte Zusammenarbeit auf ein zunächst unerwartetes und für nicht möglich gehaltenes Maß getrieben. Die Auswirkungen der Pandemie lassen sich zum einen am Beispiel der betrieblichen Transformation von produzierenden Unternehmen erkennen. Abhängig von Größe und Branche sind unterschiedliche Umgangsweisen mit den neuen Herausforderungen sowie durchaus weit auseinandergehende Auswirkungen zu erkennen (Jackwerth-Rice & Horvat, 2021). Darunter zählen abrupte Stopps der Transformation betrieblicher Innovationsprozesse bis hin zu Beschleunigungen eines Jahrzehnte laufenden Transformationsprozesses (Jackwerth-Rice & Horvat, 2021). Zum anderen sind neben den Auswirkungen auf die betrieblichen Prozesse vor allem die Auswirkungen auf die Produktentwickelnden, die sich im Zentrum der Produktentwicklung befinden, von großem Interesse. Der Digitalverband Bitkom schätzt, dass die Hälfte der Beschäftigten während der Corona-Pandemie ganz oder teilweise aus dem Homeoffice und damit standortverteilt zusammengearbeitet haben (Bitkom, 2020). Nach einer Studie zu den Auswirkungen der Pandemie auf Arbeit und Stress in Deutschland nehmen Herausforderungen, wie beispielsweise die fehlende Erfahrung im Umgang mit IT, die die standortverteilte Zusammenarbeit in der Produktentwicklung vor der Pandemie sogar zum Teil fast unmöglich gestaltet haben, durch die gezwungene neue Art der Zusammenarbeit stark ab (Gimpel et al., 2020). Neue Herausforderungen, wie beispielsweise der Mangel an gemeinsamen Erfolgserlebnissen oder die Omnipräsenz in virtuellen Veranstaltungen, treten vermehrt auf. Der Umgang mit den Herausforderungen und deren Auswirkungen auf die Produktentwickelnden ist individuell. Im Verständnis der KaSPro – Karlsruher Schule für Produktentwicklung ist jeder

Produktentstehungsprozess einzigartig und individuell und zusätzlich steht der Mensch im Mittelpunkt der Produktentstehung (Albers, 2010). Demnach muss auch individuell mit den Bedarfen der Menschen im Entwicklungsprozess umgegangen werden. Menschen, die schon vor der Pandemie durch bspw. eine Führungsverantwortung in globalen Unternehmen die virtuelle Zusammenarbeit gewohnt waren, kommen sehr gut zurecht. Wohingegen Menschen mit wenig Erfahrung mit virtuellen Medien ihre Tätigkeiten nicht mit gleicher Effizienz und Effektivität aufrechterhalten können. (Gimpel et al., 2020)

Dennoch zeigen sich auch Chancen wie bspw. die einkehrende Normalität im Umgang mit IT und der Teilnahme an virtuellen Treffen ohne Reiseanstrengungen (Gimpel et al., 2020; Zorn et al., 2021), die auch ohne die Corona-Pandemie große Potenziale angesichts des Wandels von klassischen Produkten über mechatronische Lösungen hin zu intelligenten, cyber-physischen Systemen (Advanced Systems) bieten (Dumitrescu, Albers, Riedel, Stark & Gausemeier, 2021). Mehr und mehr Kompetenzen werden hinsichtlich des steigenden Grades der dynamischen Vernetzung und interaktiven soziotechnischen Integration in der Produktentwicklung benötigt, die zum Teil über viele Standorte hinweg verteilt sind (Dumitrescu et al., 2021). Die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung ist demnach kein Bedarf, der rein auf die Corona-Pandemie zurückzuführen ist, sondern ist im Hinblick auf die Zukunft des Advanced Engineerings von großer Bedeutung.

Standortverteilte Produktentwicklungsteams bieten Chancen, sich den wandelnden Bedingungen zu stellen, bergen jedoch auch schon innerhalb einer Organisation Herausforderungen in den Dimensionen *Mensch*, *Technologie* und *Organisation*. Werden diese nicht systematisch analysiert und angegangen, entstehen negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in den Produktentstehungsaktivitäten. Was die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten betrifft, so zeigen bisherige Studien keine einheitlichen Ergebnisse, was wiederum auf die Einzigartigkeit und Individualität von Entwicklungsprozessen zurückzuführen ist (Albers, 2010). Dillenbourg, Baker, Blaye und O'Malley (1996, S. 197) stellten beispielsweise schon früh fest: "... collaboration is in itself neither efficient nor inefficient" und argumentieren, dass es Aufgabe der Forschung sei, die Bedingungen zu bestimmen, unter denen eine effiziente Zusammenarbeit möglich ist. Demnach gilt es, individuelle Herausforderungen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung innerhalb einer Organisation zu identifizieren und mit geeigneten Maßnahmen zu erschließen, um so einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess durchzuführen. Zur Unterstützung des kontinuierlichen

Verbesserungsprozesses, der im Allgemeinen als Problemlösungsprozess angesehen werden kann, gibt es viele Methoden, die jedoch oftmals einen sehr generischen Charakter aufweisen, ohne die Charakteristika eines standortverteilten Teams miteinzubeziehen. Dies betonen Birkhofer, Jänsch und Kloberdanz (2005) mit dem ersten ihrer 10 Empfehlungen für einen erfolgreichen Methodentransfer, indem Methoden zielgerichtet und angepasst an die vorliegende Entwicklungssituation anzuwenden sind – „Meet the Design Situation!“

Um mögliche negative Auswirkungen durch die auftretenden Herausforderungen zu minimieren und eine geeignete Grundlage für die erfolgreiche standortverteilte Zusammenarbeit von Entwicklungsteams bieten zu können, wird dementsprechend eine methodische Unterstützung benötigt, welche auf die spezifischen Charakteristika von standortverteilten Produktentwicklungsteams ausgelegt ist.

1.2 Fokus der Arbeit

Im Fokus der vorliegenden Arbeit liegt die Entwicklung einer Methode, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in der individuellen Entwicklungssituation zu identifizieren und zu erschließen. Diese Verbesserungspotenziale können negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in den Produktentstehungsaktivitäten hervorrufen. Zusätzlich soll die Methode die Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung adressieren. In der vorliegenden Arbeit werden daher der Kontext sowie der Prozess der standortverteilten Produktentwicklung als eine Phase der Produktentstehung betrachtet und der Mensch als Problemlöser in der Produktentwicklung sowie bestehende unterstützende Hilfsmittel analysiert. Durch die Entwicklung eines grundlegenden Verständnisses der standortverteilten Produktentwicklung, eingeschlossen der Chancen und Herausforderungen für die Produktentwickelnden, werden die Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung definiert. Zusätzlich werden auf Basis des Verständnisses der standortverteilten Produktentwicklung bekannte Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Produktentwicklung analysiert. Bestehende Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung bilden außerdem eine wichtige Grundlage dieser Arbeit. Abbildung 1.1 zeigt das Thema der Arbeit, die genannten Forschungsfelder, auf denen aufgebaut und zu denen beigetragen wird, sowie weitere hilfreiche Forschungsfelder.



Abbildung 1.1: Fokus der vorliegenden Arbeit sowie Themen, auf denen aufgebaut und zu denen beigetragen wird. Modelliert in einem ARC-Diagramm (Areas of relevance and contribution) nach Blessing und Chakrabarti (2009)

Aufbauend auf diesem Verständnis werden die Ursachen von negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams analysiert sowie mögliche Stellhebel zur Vermeidung der negativen Auswirkungen identifiziert. Diese Erkenntnisse werden dann genutzt, um die EDiT-Methode (Enabling Distributed Teams) zur Befähigung von Entwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit zu entwickeln. Diese wird den standortverteilt arbeitenden Entwicklungsteams für eine nutzerzentrierte und situationsgerechte Methodenentwicklung zugänglich gemacht. Um die Akzeptanz, die Anwendbarkeit sowie den Beitrag der Methode zum Erfolg in der industriellen Entwicklungspraxis sicherzustellen, wird die Methode dabei im Methodenentwicklungsprozess frühzeitig und inkrementell in drei Validierungsumgebungen (Feld, Live-Lab und Labor) validiert.

1.3 Aufbau der Arbeit

Das Forschungsvorhaben setzt sich aus sieben Kapiteln zusammen (vgl. Abbildung 1.2), die im nachfolgenden kurz vorgestellt werden.

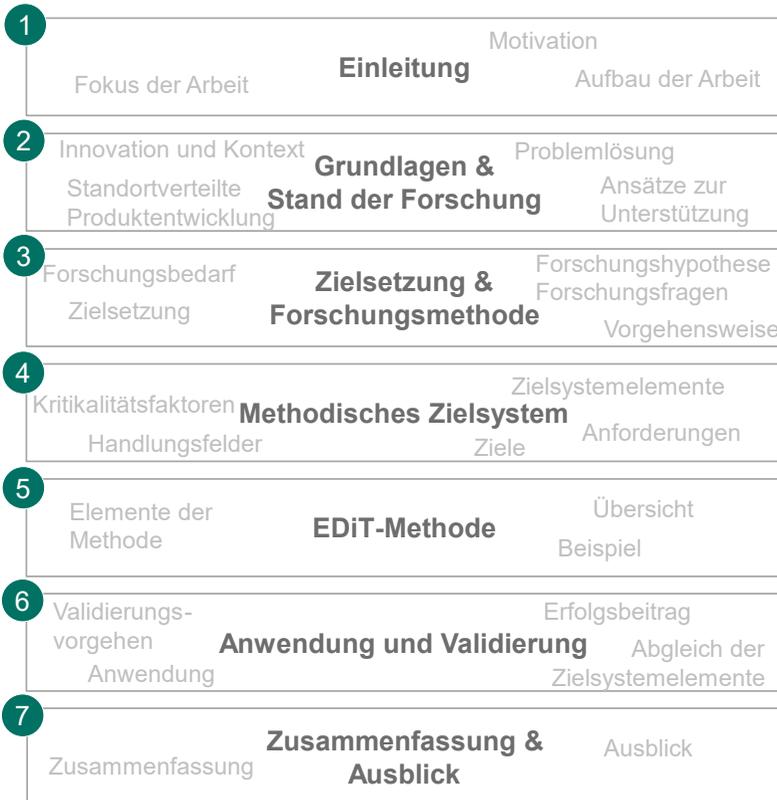


Abbildung 1.2: Aufbau und Struktur der vorliegenden Arbeit

In **Kapitel 2** wird der Stand der Forschung dargelegt. Dazu werden die in Abbildung 1.1 dargestellten Forschungsfelder betrachtet. Zunächst wird ein Verständnis vom Begriff der Innovation sowie dem Kontext der Produktentstehung geschaffen. Anschließend folgt die Beschreibung der Produktentstehung als Problemlösungsprozess. Nachfolgend werden die standortverteilte Produktentwicklung und die Zusammenarbeit im Team eingeführt. Zum Abschluss

werden bestehende Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung vorgestellt.

In **Kapitel 3** wird der Forschungsbedarf und die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit vorgestellt sowie die zentrale Forschungshypothese und die zur Strukturierung der Arbeit verwendeten Forschungsfragen eingeführt. Zusätzlich erfolgt die Vorstellung der Forschungsmethode anhand der Einordnung der Arbeit, dem iterativen Vorgehen zur kontinuierlichen und inkrementellen Validierung sowie einem Überblick über verwendeten Forschungsumgebungen.

In **Kapitel 4** wird das Zielsystem der zu entwickelnden methodischen Unterstützung zur Adressierung des Forschungsziels konkretisiert. Dazu werden die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten analysiert, um Faktoren zu identifizieren, die als Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams in Betracht gezogen werden können. Zusätzlich werden Faktoren analysiert, die den Erfolg standortverteilter Produktentstehungsprozesse maßgeblich beeinflussen und damit zur Vermeidung der möglichen negativen Auswirkungen verwendet werden können. Letztlich werden Zielsystemelemente bestehend aus Zielen und Anforderungen an die zu entwickelnde Methode, welche Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale ihrer standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen, abgeleitet.

In **Kapitel 5** erfolgt die Entwicklung der Methode aufbauend auf den vorgestellten Elementen des Zielsystems aus dem vorangehenden Kapitel. Die Methode wird dabei anhand eines Leitbeispiels vorgestellt.

In **Kapitel 6** erfolgt die iterative Anwendung der Methode in unterschiedlichen Reifegraden sowie unterschiedlichen Validierungsumgebungen. Zunächst werden dazu die verschiedenen Validierungsiterationen vorgestellt sowie das Vorgehen zur Validierung der EDiT-Methode konkretisiert. Anschließend werden die Ergebnisse der Validierungsiterationen vorgestellt und der Beitrag der Methode analysiert.

In **Kapitel 7** werden abschließend die Ergebnisse zusammengefasst. Ein Ausblick gibt einen Überblick über zukünftig anknüpfende Forschungsarbeiten.

2 Grundlagen und Stand der Forschung

Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Unterstützung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit. Zur Klärung des Forschungsgegenstands und zur Präzisierung des Forschungsbedarfs werden in den folgenden Abschnitten die notwendigen Grundlagen anhand des Stands der Forschung dargestellt. Dazu wird in Abschnitt 2.1 zunächst ein Verständnis vom Begriff der Innovation sowie dem Kontext der Produktentstehung geschaffen. In Abschnitt 2.2 folgt die Beschreibung der Produktentstehung als Problemlösungsprozess. Anschließend werden in Abschnitt 2.3 die standortverteilte Produktentwicklung und die Zusammenarbeit im Team eingeführt. Zum Abschluss werden in Abschnitt 2.4 bestehende Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung vorgestellt.

2.1 Innovation und der Kontext der Produktentstehung

Die Aufgabe eines Produktentwicklungsteams ist es, ihren Beitrag zur Entstehung einer Innovation zu leisten. Betrachtet man den Begriff der Innovation (aus dem Lateinischen *innovatio* = die Erneuerung) findet sich in der Literatur kein einheitliches Begriffsverständnis. Isaksson et al. (2019) geben einen aktuellen Überblick über die über Jahrzehnte entstandenen Definitionen. Durchgängig ist die Eigenschaft der technischen oder organisatorischen Neuheit (Garcia & Calantone, 2002; Isaksson et al., 2019). Einige Definitionen, wie bspw. Henderson und Clark (1990), verstehen die Verknüpfung des wirtschaftlichen Erfolgs als gesondertes Element zur Innovation. Schumpeter hat jedoch schon 1927 ausgedrückt, dass Innovationen nur unter gleichzeitiger Berücksichtigung der technischen und wirtschaftlichen Sicht als erfolgreiche Neuerung verstanden werden kann (Schumpeter, 1927). Eine zentrale Komponente zur Erreichung der erfolgreichen Neuerung ist die frühe und kontinuierliche Einbeziehung von Kundenbedürfnissen (Cooper & Kleinschmidt, 1987). Hippel (1986) unterstreicht dies mit seinem Konzept des *Lead Users* und weist auf die Relevanz der Einbeziehung der Anwender in der Entwicklung von Innovationen hin. Albers (1994) beschreibt die Kundenorientierung als Schlüssel zum Unternehmenserfolg. Fasst man die bisher benannten Aspekte zusammen, wird durch eine Innovation ein Bündel aus Anwender-, Kunden- und Anbieternutzen realisiert (Albers, Heimicke et al., 2018). Die Aufgabe des Entwicklungsteams ist es, dieses Nutzenbündel zu identifizieren und zu validieren.

Albers und Heimicke et al. (2018) spezifizieren diese Aktivität im Element des Produktprofils. Das Produktprofil ist „ein Modell eines Nutzenbündels, das den angestrebten Anbieter-, Kunden- und Anwendernutzen für die Validierung zugänglich macht und den Lösungsraum für die Gestaltung einer Produktgeneration explizit vorgibt.“ (Albers, Heimicke et al., 2018, S. 255), (Übersetzung nach IPEK-Glossar (IPEK, 2022b)). Um den Nutzen für Kunde, Anwender und Anbieter zu realisieren, wird der beschriebene Aspekt der Neuerung hinzugezogen. Die Neuerung kann dabei nicht nur mechatronische Produkte, sondern zudem auch Geschäftsmodelle (Albers, Basedow et al., 2020) und Prozesse (Crossan & Apaydin, 2010) betreffen. Die Abgrenzung der Neuerung nach Schumpeter erfolgt durch den Begriff der Invention. Anders als bei der Innovation grenzt die Invention sich durch die fehlende Einführung in den Markt aufgrund einer mangelnden wirtschaftlichen Relevanz ab. Unter der Berücksichtigung der genannten Aspekte basiert diese Arbeit auf dem Innovationsverständnis nach Albers und Heimicke et al. (2018):

Definition 1: Innovation

„Eine Innovation ist die erfolgreiche Realisierung einer Neuheit, einer kreativen Idee oder Invention am Markt mit erweitertem Kunden-, Anwender- und Anbieternutzen.“ (Albers, Heimicke et al., 2018), Definition und Übersetzung nach IPEK-Glossar (IPEK, 2022c)

Abbildung 2.1 visualisiert den Innovationsbegriff nach Albers und Heimicke et al. (2018) als die erfolgreiche Durchsetzung einer Invention am Markt, zur Realisierung des Nutzenbündels aus Kunden-, Anwender und Anbieternutzen. Das Entwicklungsteam verfolgt das Ziel, die notwendigen Aktivitäten zur erfolgreichen Entstehung von Innovationen durchzuführen. Der Produktentstehungsprozess wird im nachfolgenden Abschnitt konkretisiert.

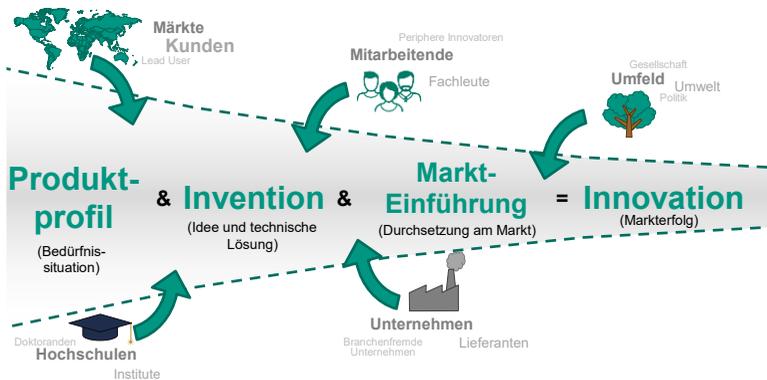


Abbildung 2.1: Bestandteile einer Innovation nach Albers und Heimicke et al. (2018)

2.1.1 Grundlegendes Verständnis der Produktentstehung

Das Ziel der Produktentstehung ist die Überführung der Bedarfe und Ziele durch kontinuierliche Analyse- und Syntheseaktivitäten in Produkte (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1; Pahl, Beitz, Feldhusen, Grote & Blessing, 2007). Die neue VDI-Richtlinie 2221, in die wesentliche Elemente der KaSPro eingeflossen sind, beschreibt ein Produkt als ein „Erzeugnis oder Leistung materieller wie immaterieller Art, das oder die allein oder als System angeboten wird, um den Bedarf am Markt sowie die Bedürfnisse von Nutzern zielgruppengerecht zu befriedigen“ (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1, S. 8). Ein Produkt kann dabei eine Kombination aus Elementen eines technischen Systems, eines Services und eines Geschäftsmodells darstellen (Albers, Basedow et al., 2020).

Der Produktentstehung als schöpferischer Prozess liegen verschiedene Begriffe zugrunde (vgl. VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1). Im Folgenden werden, die für diese Arbeit relevanten und im weiteren Verlauf verwendeten Begriffsdefinitionen der Produktentstehung und der Produktentwicklung vorgestellt. Demnach handelt es sich bei der Produktentstehung um einen Teil des Produktlebenszyklus, der neben der Strategischen Planung und der Produktionssystemplanung auch die Produktentwicklung einschließt und in der Fertigung des entwickelten Produkts endet (Albers & Gausemeier, 2012).

Definition 2: Produktentstehung

„Die Produktentstehung ist Teil des Produktlebenszyklus und beschreibt den grundsätzlichen Ablauf von der Produkt- bzw. Geschäftsidee bis zum Serienanlauf. Sie umfasst die drei Hauptaufgabenbereiche strategische Produktplanung, Produktentwicklung und Produktionssystementwicklung.“ (Albers & Gausemeier, 2012, S. 18)

Definition 3: Produktentwicklung

Die Produktentwicklung ist ein „interdisziplinärer Unternehmensprozess zur Entwicklung eines marktfähigen Produkts, basierend auf der Definition initialer Ziele und Anforderungen an das Produkt, die im Lauf des Prozesses kontinuierlich weiterentwickelt und iterativ angepasst werden.“ (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1, S. 8)

Die in dieser Arbeit entwickelte Methode fokussiert Teams der Produktentwicklung, weshalb der Begriff der Produktentwicklung im Vordergrund steht. Dennoch werden die Aktivitäten der Produktentwicklungsteams integriert betrachtet und können daher einzelne Aktivitäten der Produktionssystem-, Validierungssystem- und Strategieentwicklung sowie die Entwicklung mehrerer Produktgenerationen umfassen. Demzufolge wird im Verlauf der Arbeit an einigen Stellen der Begriff der Produktentstehung verwendet. Die integrierte Betrachtung der Entwicklungsaktivitäten ist vor allem seit der Einführung des Simultaneous Engineerings von großer Bedeutung.

Definition 4: Simultaneous Engineering

„Simultaneous Engineering ist eine Organisationsstrategie, die eine Senkung der Produktentwicklungszeiten und Kosten bei gleichzeitiger Steigerung der Qualität des Produktes und der Produktionseinrichtungen durch systematische Verbesserung der Zusammenarbeit der internen Funktionsbereiche Entwicklung, Produktionsplanung, Produktion und Administration und der Zusammenarbeit mit den Entwicklungs- und Produktionsbereichen der Kunden, der Zulieferer des Zulieferers sowie der Produktionsmittelhersteller verfolgt, mit dem Ziel, die Abläufe weitestgehend zu parallelisieren und die zeitgleiche Entwicklung und Erstellung von Produkt und Produktionsmittel sicherzustellen.“ (Albers, 1994, S. 77–78)

Die Definition weist eindeutig darauf hin, dass die systematische Verbesserung der Zusammenarbeit einen Stellhebel für die Senkung von Entwicklungszeiten und -kosten bei gleichzeitiger Steigerung der Produktqualität darstellt. Diesem Stellhebel soll sich in dieser Arbeit gewidmet werden. Die Zusammenarbeit kann dabei horizontal, also innerhalb einer Organisation bzw. einer Ebene, oder vertikal, durch die Integration weiterer Unternehmen über die Ebenen hinweg, stattfinden. Der Fokus wird in dieser Arbeit auf die vertikale Zusammenarbeit innerhalb einer Ebene von Organisationen gelegt. Am Beispiel der Zulieferpyramide in der Automobilindustrie (siehe Abbildung 5.33) konzentriert sich diese Arbeit unter anderem auf die Zusammenarbeit beim Fahrzeughersteller oder aber auf die Zusammenarbeit innerhalb eines Zulieferers in Ebene 2. Die Integration weiterer Organisationen in die Zusammenarbeit wird in dieser Arbeit nicht betrachtet.

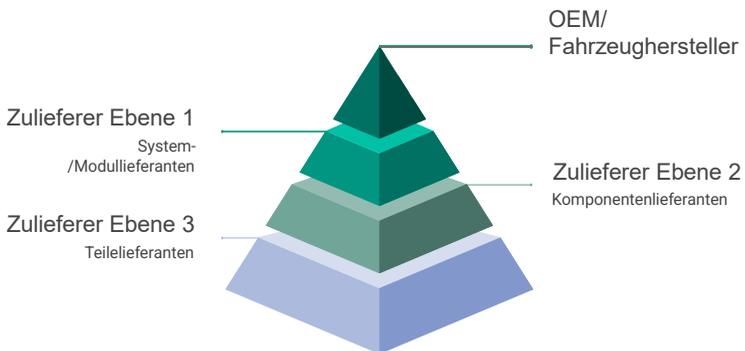


Abbildung 2.2: Die Zulieferpyramide in der Automobilindustrie. Angepasste Darstellung nach Albers (1994)

2.1.2 Entwicklungskontext und Entwicklungssituation

Nach Albers (2010) ist jedes Entwicklungsvorhaben einzigartig und individuell. Dies liegt unter anderem in den unterschiedlichen Entwicklungskontexten verschiedener Unternehmen begründet. Der Entwicklungskontext und die Entwicklungssituation haben dabei einen entscheidenden Einfluss auf die erfolgreiche Auswahl und Gestaltung von Entwicklungsprojekten, -prozessen, und -methoden (Gericke, Meißner & Paetzold, 2013).

Der Begriff *Kontext* (aus dem Lateinischen *contextere* = verknüpfen) wird als „*die miteinander verbundenen Bedingungen, unter denen etwas existiert oder geschieht*“, definiert (Merriam-Webster). Ponn (2007, S. 14) beschreibt den Begriff

Entwicklungskontext als der, „den Entwicklungsprozess umgebende Zusammenhang, der sich durch Kontextfaktoren beschreiben lässt, die Einfluss auf Produkt und Prozess ausüben“. Meißner, Gericke, Gries und Blessing (2005) unterstützen diese Definition durch die Beschreibung, dass es sich um das Umfeld des Produktentwicklungsprozesses und dessen Zusammenhänge handelt. Nach Gericke et al. (2013) ist der Entwicklungskontext durch Faktoren beschrieben, deren Ausprägung die Art und Weise bestimmen, wie Produktentstehungsaktivitäten durchgeführt werden können, um die gewünschte Qualität an Entwicklungsergebnissen zu erhalten (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 2). Ferner wird durch Birkhofer et al. (2005) postuliert, dass das Kennen der Entwicklungssituation entscheidend für die erfolgreiche Entwicklung und Anwendung von Entwicklungsprozessen und -methoden ist. Die Entwicklungssituation beschreibt nach Ehrlenspiel und Meerkamm (2017, S. 914) einen „Zustand in einem Zeitpunkt des Entwicklungsprozesses, der vom Zustand des zu entwickelnden Produkts, vom Entwicklungsprozess selbst und von Einflussfaktoren [mit beispielsweise individuellem, gruppen- und unternehmensspezifischem Bezug] auf Produkt und Prozess beschrieben werden kann“. In der Literatur finden sich viele Beiträge, die die Untersuchung von Faktoren, die den Entwicklungskontext beeinflussen, fokussieren. Dziallas und Blind (2019) untersuchten 308 Faktoren, die als Indikatoren für Innovationen über den gesamten Entwicklungsprozess dienen können. Koberg, Detienne und Heppard (2003) haben 36 Kontextfaktoren mit einem Einfluss auf den Erfolg von Innovationsprojekten definiert. Gericke et al. (2013) identifizierten 241 Faktoren zur Beschreibung von Entwicklungskontexten. Die Charakterisierung von Entwicklungssituationen und des Entwicklungskontexts beschreibt Ponn (2007) durch 41 Einflussfaktoren. Zur Auswahl von Entwicklungsmethoden für die multidisziplinäre Produktentwicklung definierten Guérineau, Rivest, Bricogne, Durupt und Eynard (2018) 67 Einflussfaktoren. Wilmsen, Dühr und Albers (2019) analysierten den Zusammenhang der Einflussfaktoren der Entwicklungssituation und des Entwicklungskontexts und fanden heraus, dass die Entwicklungssituation einen zeitabhängigen Ausschnitt der Gesamtheit an Faktoren, die den Entwicklungskontext beschreiben, darstellt. Darüber hinaus stellten Wilmsen et al. (2019) 14 Beiträge zusammen, mit 946 Faktoren, die einen Einfluss auf den Entwicklungskontext haben.

Um den Entwicklungskontext besser beschreiben zu können, entwickelten Hales und Gooch (2004) das *Task-Modell* als Einteilung des Entwicklungskontexts in sechs Ebenen, dargestellt in Abbildung 5.10. In der VDI-Richtlinie 2221 Blatt 2 wurde dieses Modell aufgenommen. Zur Beschreibung individueller Kontextkonstellationen wurden die Ebenen durch die Gericke et al. (2013) definierten Kontextfaktoren ergänzt.

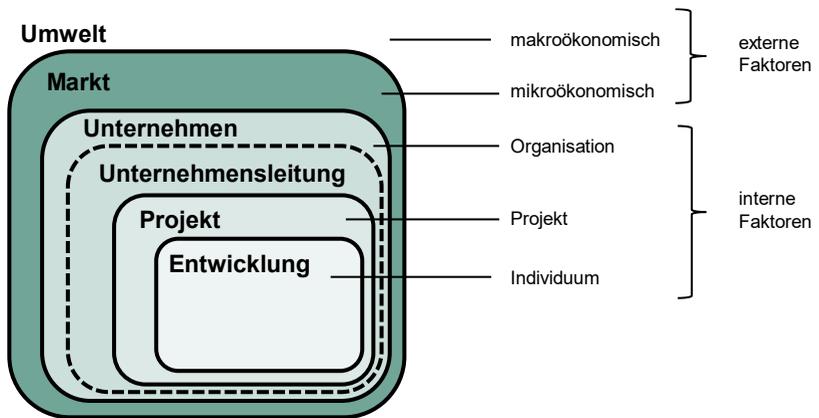


Abbildung 2.3: Einteilung der Kontextfaktoren der Produktentwicklung nach Hales und Gooch (2004). Darstellung nach VDI-Richtlinie 2221 Blatt 2

Blessing und Chakrabarti (2009) beschreiben die Produktentwicklung als ein dynamisches, komplexes, vielschichtiges Phänomen, an dem Menschen, ein in der Entwicklung befindliches Produkt, die zugehörigen Prozesse, Wissen, Methoden und Werkzeuge in einem organisatorischen, mikro- und makroökonomischen Kontext beteiligt sind. Die Autoren leiten daher Bereiche ab, die angegangen werden können, um die Produktentwicklung zu unterstützen (siehe Abbildung 2.4). Nach Blessing und Chakrabarti (2009) haben all diese Bereiche ihre eigenen Ziele, Strukturen und Kulturen, die Anforderungen und Einschränkungen an die Produktentwicklung stellen, die sich darüber hinaus über die Zeit ändern können. Diese müssen bei der Definition der optimalen Entwicklungssituation berücksichtigt werden (Blessing & Chakrabarti, 2009).

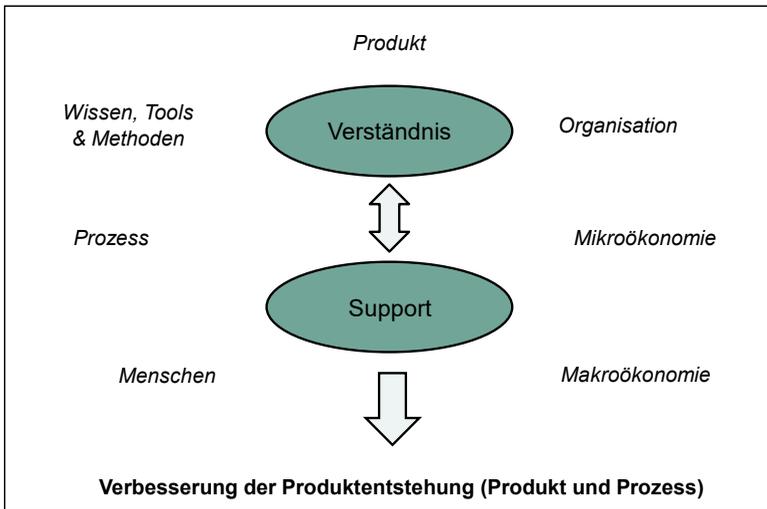


Abbildung 2.4: Bereiche zur Gestaltung von Produktentstehungsprozessen nach Blessing und Chakrabarti (2009). Übersetzte Darstellung aus Blessing und Chakrabarti (2009, S. 5)

Um das Handlungssystem eines Produktentstehungsprozesses so auszurichten, dass der Prozess effektiv und effizient ablaufen kann, bedarf es der Eingrenzung, der für die vorherrschende Entwicklungssituation relevanten Faktoren, die einen Einfluss auf den Produktentstehungsprozess haben (Gericke, Eckert & Stacey, 2017). Die hier vorgestellten theoretischen Grundlagen bilden das Rahmenwerk der späteren Eingrenzung im Verlauf dieser Arbeit. Denn mit dem Wissen über die relevanten Faktoren ist es möglich, das Handlungssystem so auszurichten, dass die Ergebnisqualität von Produktentstehungsaktivitäten positiv beeinflusst werden kann (Albers, Reiss, Bursac, Urbanec & Lüdcke, 2014).

2.2 Der Mensch als Problemlöser in der Produktentwicklung

Ausgehend von einer zentralen Herausforderung, ist der Produktentstehungsprozess als Zusammenführung mehrerer Problemstellungen als Problemlösungsprozess zu verstehen (Albers, Saak & Burkardt, 2002; Dorst, 2006). Nach Dörner (1979) ist ein Problem die Abweichung zwischen einem beliebig unbekanntem IST-Zustand und einem gewünschten, zunächst vagen SOLL-Zustand. Darüber hinaus ist der Weg zwischen beiden Zuständen teilweise

unbekannt. Um eine Lösung zu finden, muss der Problemraum erforscht werden (Simon, 1973). Neuere Ansätze sehen die Produktentstehung als einen koevolutionären Prozess, bei dem die Formulierung eines Problems und die kreative Lösung wechselseitig entwickelt werden, anstatt zuerst das Problem zu definieren und danach eine Lösung dafür zu finden (Dorst & Cross, 2001; Maher & Poon, 1996; Pahl et al., 2007).

Die zentrale Rolle wird dem Menschen als kreativer Problemlöser im Produktentstehungsprozess durch eine Vielzahl von Autoren zugewiesen. Schon 1859 hat Redtenbacher unterstrichen, dass die Tätigkeiten von Produktentwicklern, nicht nur auf Wissenschaft und Handwerk beruhen, sondern darüber hinaus künstlerische Geistestätigkeiten erfordern (Redtenbacher, 1859 nach Wauer, Moon & Mauersberger, 2009). Auch Simon (1975) definiert die Produktentstehung als nicht nur wissensintensive Aktivität, sondern auch als eine zielgerichtete, soziale und kognitive Aktivität, die in einem dynamischen Kontext stattfindet und darauf abzielt, bestehende Situationen in bevorzugte Situationen zu verwandeln. Pahl und Beitz (1967) bestimmen dabei den Konstrukteur als verantwortliche Person im Entwicklungsprozess. Die Autoren stellen den Produktentwickelnden in den Mittelpunkt der Produktentstehung, indem sie feststellen, dass kreative Prozesse einzig vom Menschen ausgehen und dabei Entscheidungen oder neue Ideen zur Lösungsfindung durch den Menschen getroffen oder initiiert werden (Pahl & Beitz, 1967). Albers, Heimicke, Spadinger, Degner und Duehr (2019) stellen zur Ableitung eines einheitlichen Verständnisses Faktoren aus der Literatur zusammen, die den Produktentwickelnden im Zentrum der Produktentstehung beeinflussen.

Durch die fortschreitende Vernetzung technischer Systeme hin zu sogenannten Advanced Systems, entstehen neue, dynamische Systemverbünde, die zu steigenden Anforderungen an neue Produktgenerationen führen (Dumitrescu et al., 2021). Für die Entwicklung dieser Advanced Systems sind unterschiedliche Kompetenzen sowie eine Reihe von Disziplinen erforderlich (Dumitrescu et al., 2021). Dadurch wird die Produktentstehung mehr denn je zu einem Prozess, in dem Menschen als Team zusammengeführt werden müssen, um mit unterschiedlichen Denkweisen, Kompetenzen und Interessen vielfältige Lösungen zu erschaffen (Mütze-Niewöhner et al., 2021).

2.2.1 Produktentstehung als iterative Problemlösung durch Analyse- und Syntheseaktivitäten

Im Produktentstehungsprozess wechseln sich ausgehend von einem Ziel Phasen der Analyse und der Synthese ab, bis der IST-Zustand mit dem gewünschten SOLL-Zustand übereinstimmt (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1; Pahl et al., 2007). Dies wird

auch als ein iterativer Prozess der Analyse des Problemraums und des Lösungsraums beschrieben (Maher & Poon, 1996). Wiltchnig, Christensen und Ball (2013) zeigten die enge Verbindung zwischen Ko-Evolution, kreativen Prozessen der Analogisierung und mentalen Stimulation bis zum fertigen Produkt auf. Untersuchungen der Denkpsychologie zeigten, dass beim Problemlösen keine fest aufeinander folgenden Schritte zum Ziel führen, sondern dass Iterationen wichtig und notwendig sind (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1). Darüber hinaus ist die Anzahl an nötigen Iterationen nicht fest definiert, sondern unter anderem abhängig vom Problem an sich sowie den Erfahrungen und Fähigkeiten der Problemlöser (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1).

Albers (2010) erweiterte basierend auf der Systemtheorie der Technik nach Ropohl (1975) den Problembegriff in der Produktentstehung als die Überführung eines initial vagen Zielsystems in ein konkretes Objektsystem durch ein Handlungssystem. Das Zielsystem enthält dabei alle Ziele, Randbedingungen, deren Wechselwirkungen und Begründungen für die Entwicklung des Produkts. Die Artefakte, die im Produktentstehungsprozess entstehen, inklusive des Produkts selbst, sind im Objektsystem verordnet. Das Handlungssystem umfasst alle für den Produktentstehungsprozess benötigten Methoden, Prozesse und Ressourcen, einschließlich des Entwicklungsteams selbst. (Albers, Lohmeyer & Ebel, 2011) Es ist außerdem mit dem Entwicklungsteam im Fokus, das verbindende Element und erweitert sowie konkretisiert das Ziel- und Objektsystem iterativ durch abwechselnde Analyse- und Syntheseaktivitäten wie dargestellt in Abbildung 2.5 (Lohmeyer, 2013).

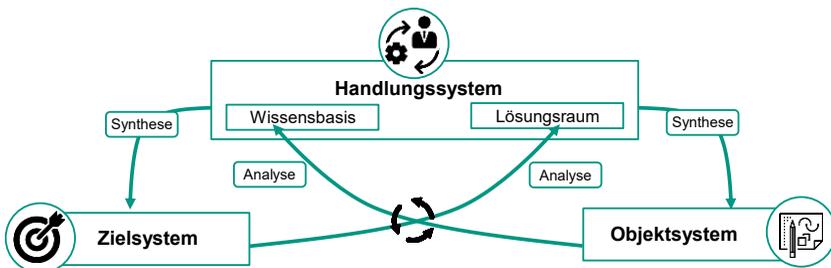


Abbildung 2.5: Iterative Entwicklung des Ziel- und Objektsystem durch das Handlungssystem (erweitertes ZHO-System). (Albers et al., 2011) übersetzt nach Lohmeyer (2013, S. 122)

2.2.2 Methoden zur Unterstützung der Problemlösung in der Produktentstehung

Bei der Problemlösung sind dem kognitiven Apparat des Produktentwickelnden Grenzen gesetzt (Ehrlenspiel & Meerkamm, 2017). Darüber hinaus wird das Scheitern von Produktentstehungsprozessen als kreative Koevolution von Problem- und Lösungsräumen in der Regel nicht durch mangelnde Kreativität verursacht, sondern durch Fehler im Produktentstehungsprozess, z.B. durch eine unzureichende Analyse der Problemsituation (Badke-Schaub & Frankenberger, 1999; Dorst & Cross, 2001). Um den Produktentwickelnden im Umgang mit der steigenden Komplexität des Produktentstehungsprozesses (Dumitrescu et al., 2021) zu unterstützen, können Methoden für alle Aktivitäten im Prozess eine Hilfestellung bieten. Methoden sollten dabei als veränderbare Artefakte betrachtet werden (Braun & Lindemann, 2003; Ponn, 2007), die durch die Anpassung an die Bedürfnisse einer Entwicklungssituation ihr volles Potenzial entfalten (Braun & Lindemann, 2003). Birkhofer et al. (2005) unterstreichen dies mit der Aussage, dass der zentrale Erfolgsfaktor bei der Anwendung von Methoden darin besteht, den Bedürfnissen der Entwicklungssituation gerecht zu werden. Daher muss eine umfassende Kenntnis über die Ausprägungen der Faktoren der Entwicklungssituation erstrebt werden. Abbildung 2.6 zeigt eine Übersicht bestehender Problemlösungsmethoden mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad und Einsatzbereich.

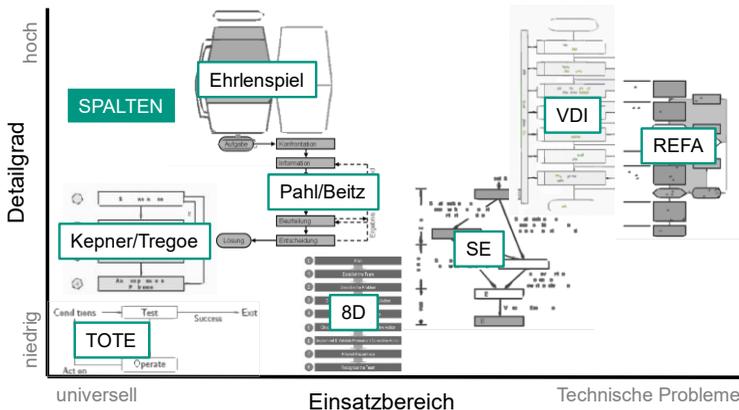


Abbildung 2.6: Übersicht von Problemlösungsmethoden nach Detailgrad und Einsatzbereich. Übersetzte und angepasste Darstellung aus Albers, Reiß, Bursac und Breitschuh (2016)

Im Folgenden wird die in dieser Arbeit als Grundlage verwendete SPALTEN-Methode, als Methode mit einem hohen Detaillierungsgrad und einem universellen Einsatzbereich vorgestellt. Die SPALTEN-Problemlösungsmethode nach Albers et al. (2002), dargestellt in Abbildung 2.7, ist eine universelle Methode bestehend aus sieben Schritten, die sequenziell aber auch iterativ angewendet werden kann. Der Name stellt dabei ein Akronym aus den Schritten der Methode dar.

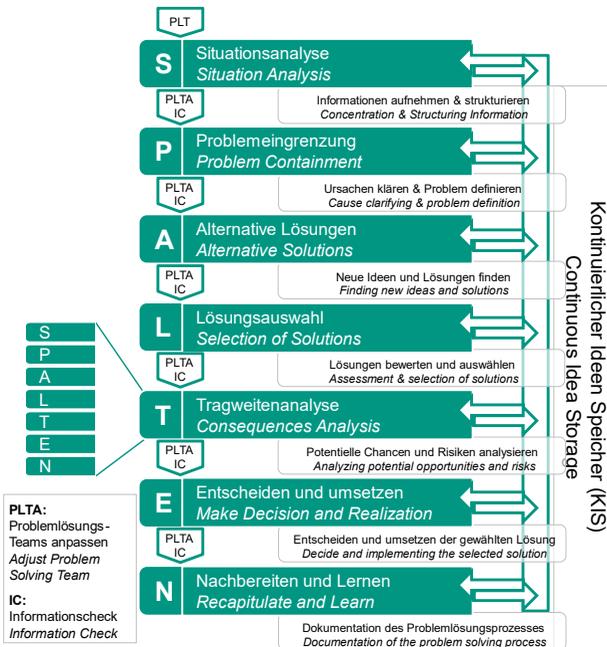


Abbildung 2.7: Elemente der SPALTEN-Problemlösungsmethode nach Albers et al. (2002). Darstellung nach Albers und Reiß et al. (2016, S. 415)

Ausgehend von einer detaillierten Analyse der IST-Situation wird der gewünschte SOLL-Zustand definiert und darauf aufbauend alternative Möglichkeiten zur Lösung des Problems erarbeitet, von denen eine Alternative ausgewählt wird. Nach einer ausführlichen Tragweitenanalyse wird sich endgültig für die Lösung entschieden, die anschließend umgesetzt wird. Den letzten Schritt der SPALTEN-Methode bildet das *Nachbereiten und Lernen*, bei dem die Reflektion sowie die Dokumentation des Problemlösungsprozesses stattfindet. Die Methode zeichnet sich durch eine kontinuierliche Informationsgenerierung und -verdichtung aus. Darüber hinaus ist die Überprüfung bzw. Anpassung des Problemlösungsteams sowie der Informationscheck vor jedem Schritt durchzuführen. Gerade die wiederkehrende

Anpassung des Problemlösungsteams ermöglicht es, die für die anstehende Aufgaben benötigten Expertinnen und Experten in den Prozess zu integrieren. Aufgrund ihrer Struktur bietet die SPALTEN-Methode eine Grundlage für ein systematisches Vorgehen zur Lösung von vielfältigen Problemen. (Albers, Reiß et al., 2016)

2.2.3 Modellierung von Produktentstehungsprozessen

Neben der Komplexität der Produkte, steigt auch zunehmend die Komplexität in den Prozessen der Produktentstehung (Dumitrescu et al., 2021), beispielsweise durch die steigende Anzahl beteiligter Disziplinen oder Zeitverschiebungen bei den beteiligten Entwickelnden. Die Modellierung dieser Prozesse führt zu einer Möglichkeit der Analyse, der Strukturierung als auch zu einer Verbesserung des Prozesses (Wynn & Clarkson, 2018). Chui (2002) unterstreicht die Aussage von Cicognani und Maher (1997), dass ein Prozessmodell der kollaborativen Entwicklung benötigt wird, um bestimmte Phänomene zu beschreiben, die in der Entwicklung von Produkten auftreten. Das Modell ist wichtig für alle Beteiligten im Produktentstehungsprozess, um unter anderem die Position in der Zusammenarbeit zu verstehen, aber auch für Forscher, um die Aktivitäten der Produktentstehung zu analysieren (Chui, 2002). Eine Vielzahl bestehender Modelle weist unterschiedliche Detaillierungs- und Formalisierungsgrade auf (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1; Tomiyama et al., 2009). Eine Auswahl davon ist in Abbildung 2.8 dargestellt.

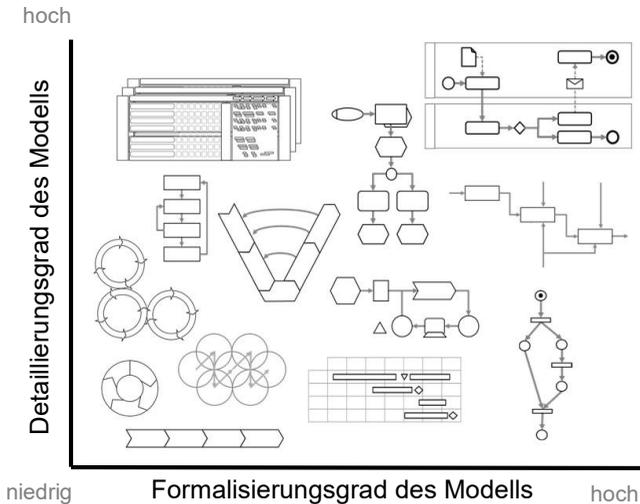


Abbildung 2.8: Modelle zur Modellierung des Produktentstehungsprozesses mit unterschiedlichen Detaillierungs- und Formalisierungsgraden (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1, S. 29)

Alle Modelle bilden eine idealisierte Form der Produktentwicklungsabläufe als einzelne, zum Teil sequentielle Schritte mit hierarchischen Phasen und untergeordneten Aktivitäten sowie der dabei entstehenden Zwischenergebnisse ab (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1).

Das iPem – integriertes Produktentstehungsmodell wird in dieser Arbeit als Grundlage verwendet, da es als hochformalisiertes Meta-Modell dem Anwender eine detaillierte Orientierung durch die Beschreibung einzelner Schritte in Mikro- und Makroaktivitäten ermöglicht (Albers, Reiss, Bursac & Richter, 2016; VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1). Die Basis des iPem bilden die vorgestellten Grundlagen des erweiterten ZHO-Systems (vgl. Abschnitt 2.2.1) sowie die SPALTEN-Problemlösungsmethode (vgl. Abschnitt 2.2.2). Um alle Aktivitäten der Produktentstehung nach Albers und Reiss et al. (2016) zu modellieren, präsentiert das iPem verschiedene Layer als Darstellung der Zusammenhänge von Produkt- mit Produktionssystem-, Validierungssystem- und Strategieentstehung als auch die Modellierung mehrerer Produktgenerationen dargestellt in Abbildung 2.9.

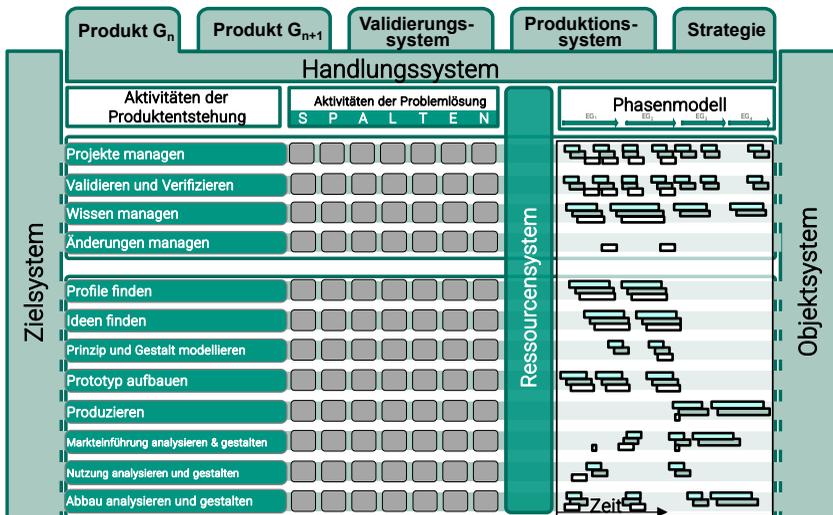


Abbildung 2.9: Darstellung eines Layers des iPeM – integriertes Produktentstehungsmodell nach Albers und Reiss et al. (2016)

Die im iPeM dargestellten Aktivitäten, als Teil des Handlungssystems, sind in Basisaktivitäten und Kernaktivitäten der Produktentstehung unterteilt. Die Basisaktivitäten *Projekte managen*, *Validieren und Verifizieren*, *Wissen managen* und *Änderungen managen* werden zur Unterstützung der Kernaktivitäten sowie zur kontinuierlichen Verbesserung des Produktentstehungsprozesses durchgeführt. (Albers, Reiss et al., 2016) Die Kernaktivitäten stellen die Aktivitäten dar, die direkt zu einer Erhöhung des Produktreifegrades führen (Reiß, 2018). Die Untergliederung in Aktivitäten ermöglicht ein überschaubares, rationelles und auch branchenunabhängiges Vorgehen beim Entwickeln als auch beim Erforschen (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1). Um einen detaillierten Überblick zu erhalten, welche Ergebnisse in den Aktivitäten generiert werden, wurde im VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1 eine Beschreibung von Aktivitäten der Produktentwicklung dargestellt. Dabei wird darauf verwiesen, dass Aktivitäten in unterschiedlicher Intensität, als auch passend zur Ablauf- und Aufbauorganisation durchzuführen sind. Eine weitere Detaillierung der Produktentstehungsaktivitäten wurden in der Studie von Wilmsen, Groschopf und Albers (2019) zusammengetragen, in dem durch die Analyse von neun Prozessmodellen der Produktentstehung 208 Prozessschritte identifiziert wurden, die den Aktivitäten im iPeM untergeordnet werden können. Die eigentliche Planung, Umsetzung und Durchführung der Aktivitäten werden im Phasenmodell dargestellt. Die Durchführung der Aktivitäten erfolgt dabei nicht starr aufeinander, sondern oftmals iterativ (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1). Dies ermöglicht darüber hinaus auch

die Modellierung und Gestaltung agiler Produktentstehungsprozesse, wie bspw. mit dem Ansatz des ASD – Agile Systems Design.

2.2.4 Agilität zur Unterstützung der Produktentstehung

Agile Ansätze steigern das Reaktionsvermögen von Entwicklungsteams auf dynamische Veränderungen im Entwicklungsprozess (Albers, Heimicke et al., 2019). Das Verständnis von Agilität in dieser Arbeit basiert auf den Grundlagen des ZHO-Tripels (vgl. Abschnitt 2.2.1).

Definition 5: Agilität

„Agilität [...] 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.“ Übersetzt nach Albers, Heimicke, Müller und Spadinger (2019, S. 10)

Eine Grundlage aller agilen Projekte ist die empirische Prozesskontrolle. Eine stetige Verbesserung der Projektbearbeitung wird erreicht, indem aus dem Wissen aus früheren Entwicklungsprozessen für folgende Entwicklungsprozesse gelernt wird (Schwaber & Sutherland, 2020). Dazu gilt es, die drei Säulen Transparenz, Überprüfung und Anpassung in den Entwicklungsprozess zu integrieren (Schwaber, 2004). Kombiniert man die empirische Prozesskontrolle mit der iterativen Vorgehensweise, ist es möglich, zu Beginn unklare Ziele und Vorgehensweisen sukzessiv zu konkretisieren und den Entwicklungsprozess zu verbessern (Schwaber & Sutherland, 2020). Zusammenfassend haben agile Ansätze die folgenden Eigenschaften gemeinsam, die zudem als Grundlage der Methodenentwicklung in dieser Arbeit dienen (Boehm & Turner, 2003; Petersen & Wohlin, 2010; Schwaber & Sutherland, 2020).

- Iterative Projektplanung und -durchführung verhindert Verschwendungen.
- Je zeitlich begrenztem Projektabschnitt wird ein Inkrement (auslieferbares, funktionsfähiges Ergebnis) erzeugt.
- Die Validierung erfolgt von Beginn an und kontinuierlich durch die Einbindung von Stakeholdern im Entwicklungsprozess.
- Neben den Entwicklungsaktivitäten werden Planungs- und Validierungsaktivitäten einzeln betrachtet.

Die Einführung agiler Methoden vereinfacht die Kommunikation und das direkte Feedback durch kurze Iterationen und Kundeninteraktion und führt zu einer verbesserten Kommunikation im Entwicklungsprozess (Atzberger, Nicklas, Schrof, Weiss & Paetzold, 2020; Bahli & Abou Zeid, 2005; Karlström & Runeson, 2005; Svensson & Höst, 2005). Svensson und Höst (2005) fanden in ihrer Studie heraus, dass die Einführung von agilen Methoden die Verbesserungen der Kommunikation zwischen den Abteilungen der Entwicklung und der Validierung hervorruft. Darüber hinaus vereinfachen die kurzen täglichen Abstimmungen die Kommunikation, verbessern das Verständnis und reduzieren die Notwendigkeit der Dokumentation (Svensson & Höst, 2005). Es besteht eine Vielzahl agiler Ansätze. Unter anderem zu nennen sind dabei *Scrum*, *Kanban* und *Design Thinking* als die weit verbreitetsten agilen Ansätze (Grots & Pratschke, 2009; Schnegas, 2019; Schwaber & Sutherland, 2020). Da das agile Framework Scrum im weiteren Verlauf der Arbeit, als eine der Möglichkeiten, die standortverteilte Zusammenarbeit zu verbessern, aufgegriffen wird, wird jenes im Kapitel 2.4.1 vorgestellt.

Albers und Heimicke et al. (2019) entwickelten den Ansatz des ASD – Agile Systems Design, um den Einsatz agiler Methoden in der Mechatroniksystementwicklung vor dem Hintergrund des Einsatzes eines geeigneten Maßes an Agilität zu unterstützen. Der ASD-Ansatz dient als Leitlinie für die Entwicklung und den Einsatz von Methoden und Prozessen in der Produktentstehung. Abbildung 2.10 zeigt die neun Prinzipien als Kernelement des ASD-Ansatzes.

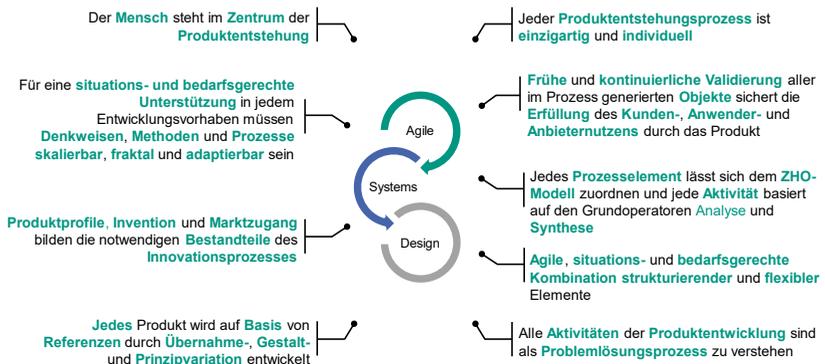


Abbildung 2.10: Die neun Prinzipien des ASD-Agiles Systems Design nach Albers und Heimicke et al. (2019). Darstellung aus Albers und Bursac (2019)

Zum einen kann der ASD-Ansatz als Leitlinie für die Auswahl einer geeigneten Vorgehensweise der Zusammenarbeit von standortverteilten Teams in

Abhängigkeit ihrer individuellen Entwicklungssituation unterstützen. Zum anderen bilden einige der Prinzipien ein grundlegendes Verständnis für die Entwicklung der Methode in dieser Arbeit, wie z.B., dass der Mensch im Zentrum der Produktentstehung steht und dass jeder Produktentstehungsprozess einzigartig und individuell ist.

Der Mensch im Zentrum der Produktentstehung ist der zentrale Bestandteil des Handlungssystems und muss bei seinen Aktivitäten bestmöglich unterstützt werden (Albers, Heimicke et al., 2019). Die in dieser Arbeit entstehende Methode muss daher von Anfang an, an die Bedürfnisse der Entwickler angepasst werden. Da jeder Produktentstehungsprozess einzigartig und individuell ist, existiert keine Vorgehensweisen, die für alle Projekte gültig ist (Albers, 2010) und auch keine für jedes Projekt passende Ausprägung der standortverteilten Zusammenarbeit. Zusätzlich müssen Methoden skalierbar, adaptierbar und fraktal sein, um eine situations- und bedarfsgerechte Unterstützung des Entwicklungsteams zu ermöglichen. Aus diesem Grund soll die Methode flexibel und anpassbar gestaltet werden, um eine Anpassung der Methode auf die vorherrschende Entwicklungssituation zu ermöglichen. Alle Aktivitäten der Produktentwicklung sind als Problemlösungsprozess zu verstehen (Albers, Heimicke et al., 2019). Auch bei der Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung gilt es, eine Abweichung zwischen dem IST- und des SOLL-Zustand zu beheben. Demnach basiert die Methode grundlegend auf den nötigen Schritten zur Lösung eines Problems. Durch die sich schnell ändernden Randbedingungen im Entwicklungskontext, muss das Team auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren können (Albers, Heimicke et al., 2019). In der Methode soll daher eine kontinuierliche Überprüfung der Entwicklungssituation integriert werden, um eine kontinuierliche Unterstützung für die Verbesserung der Zusammenarbeit zu ermöglichen. Die Validierung als zentrale Aktivität im Produktentstehungsprozess (Albers, 2010) ermöglicht die frühzeitige Reduzierung von Unsicherheiten. Gleiches gilt auch bei der Methodenentwicklung. Aus diesem Grund soll die Validierung der zu entwickelnden Methode kontinuierlich und von Anfang an stattfinden, um die Methode iterativ weiterzuentwickeln.

Um die Leitlinien des ASD-Ansatzes in der Methodenentwicklung beachten zu können, muss jedoch ein grundlegendes Verständnis über die Charakteristika der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung geschaffen werden.

2.3 Standortverteilte Produktentwicklung und die Zusammenarbeit im Team

Die Entwicklung von zunehmend komplexeren Produkten, deren Entwicklung Wissen aus verschiedenen Domänen wie bspw. Maschinenbau, Elektrotechnik, Informationstechnik und Betriebswirtschaft erfordern (Dumitrescu et al., 2021), fordert die Zusammenarbeit von Experten, die historisch bedingt zum Teil an unterschiedlichen Standorten agieren (Bavendiek, Paulsen, Vietor & Kauffeld, 2018). Bereits 1922 sahen Taylor und Roesler (1922) in den Prinzipien des wissenschaftlichen Managements den wirtschaftlichen Vorteil der Arbeitsteilung als Grundlage für die effektive und effiziente Durchführung von Arbeitsprozessen. Gierhardt (2001) unterstreicht die Relevanz einer optimalen standortverteilten Zusammenarbeit, in dem er folgendes festhält: „Im komplexen System der Produktentwicklung lässt sich dem Wettbewerbsdruck hinsichtlich Kosten, Entwicklungszeit, Produktqualität, Innovation und Flexibilität durch eine globale Orientierung der Produktentwicklung nur begegnen, indem die Kombination und Konfiguration global verteilter Entwicklungsressourcen optimiert werden kann. Die Kooperation bzw. das Zusammenarbeiten in einer global verteilten Entwicklungsumgebung spielt dabei eine zentrale Rolle für die Zielerreichung“. (Gierhardt, 2001, S. 54)

2.3.1 Grundlegendes Verständnis der standortverteilten Produktentwicklung

Betrachtet man den Begriff der standortverteilten Produktentwicklung in der Literatur, zeigt sich, dass keine einheitliche Definition vorhanden ist. Neben dem Begriff der *standortverteilten Produktentwicklung* sind bspw. die Begriffe *verteilte*, *kooperative* sowie *kollaborative Produktentwicklung* in Verwendung (Kern, 2016). Des Weiteren zeigen sich in der englischen Literatur die Begriffe *Collaborative Product Development/Design*, *Distributed Product Development/Design*, *Virtual Product Development/Design* oder *Collaborative Engineering* (vgl. Chu & Cheng, 2005; Chu, Yuan, Cheng & Wu, 2006; Gierhardt, 2001; Larsson et al., 2003; Štorga, Bojčetić & Marjanović, 2003). Krause, Schultz und Doblies (1998) beschreiben die standortverteilte Produktentwicklung als kooperative Bearbeitung verschiedener Teilaufgaben und sehen die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten sowie die Koordination und Kooperation als wesentliche Merkmale. Die Kommunikation umfasst den Austausch von Informationen bei der Zusammenarbeit, die Koordination als die Verknüpfung der Teillösungen und die Kooperation als die gemeinsame Arbeit an einem Problem (Krause et al., 1998). Daneben ergänzt Kern (2016) noch die Kollaboration als charakteristisches Merkmal der Interaktion, bei der

keine exakte Trennung von Teilaufgaben, sondern die integrative Lösung des Problems im Vordergrund steht. Abbildung 2.11 zeigt die verschiedenen Interaktionsmechanismen, wobei in dieser Arbeit die Kollaboration fokussiert wird.

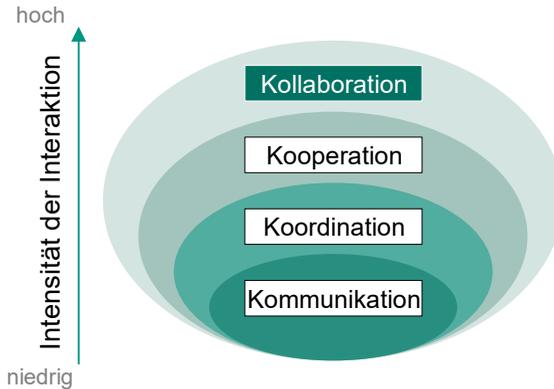


Abbildung 2.11: Abgrenzung der Interaktionsmechanismen in der standortverteilten Produktentwicklung mit steigender Intensität der Interaktion. Angepasste Darstellung nach Kern (2016)

Darüber hinaus definiert Welp (1996) den Begriff der verteilten Prozesse als ziel- und ergebnisorientierte Phasen, die in externer oder interner Zusammenarbeit, Partnerschaften oder Allianzen unter Berücksichtigung von Kosten, Zeit und Qualität durchgeführt werden. Gierhardt (2001) ergänzt die Definition von Welp dahingehend, dass die standortverteilte Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten der zentrale Aspekt der standortverteilten Produktentwicklung sei und sieht die Kommunikation und den Informationsaustausch als eine grundlegende Herausforderung der Kooperation. Zusätzlich stellt Gierhardt (2001) die geeignete Kombination der Prozesselemente Menschen, Material, Aktivitäten, Methoden und Werkzeuge anhand von Aktivitäten des Produktentstehungsprozesses in den Mittelpunkt. Nach Konradt und Hertel (2007) werden für die standortverteilte Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten fast ausschließlich elektronische Medien genutzt.

Im allgemeinen Sprachgebrauch haben sich neben dem Begriff der standortverteilten Produktentwicklung die Begriffe *verteilte Teams*, *virtuelle Teams*, *räumlich verteilte Teams*, *distributed teams*, *remote teams* und *virtual teams* etabliert (vgl. Boos, Hardwig & Riethmüller, 2017; Grieb, 2007; Lindner, 2020; Zorn et al., 2021), die den Fokus stärker auf das standortverteilt arbeitende Team legen. Ein *virtuelles Team* wird dabei als eine Gruppe von Personen verstanden, die über

räumliche, zeitliche und organisatorische Grenzen hinweg mithilfe von Technologien an einem gemeinsamen Ziel arbeiten (Lipnack & Stamps, 1998). Diese Definition basiert auf der allgemeinen Definition von Teams sowie deren Charakteristika, erweitert diese aber um die eben genannten Merkmale der standortverteilten Produktentwicklung. Müller (2018) ergänzt, dass virtuelle Teams hauptsächlich über Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) kommunizieren. Zusammenfassend wird in dieser Arbeit auf das grundlegende Verständnis des Begriffs der standortverteilten Produktentwicklung und der standortverteilten Zusammenarbeit der Produktentwicklungsteams nach Albers, Duehr, Zech und Rapp (2022) aufgebaut.

Definition 6: Standortverteilte Produktentwicklung

„Standortverteilte Produktentwicklung beschreibt die Ausgestaltung der Phase der Produktentwicklung, innerhalb der die Kollaboration zur Durchführung der Produktentstehungsaktivitäten durch ein Handlungssystem gekennzeichnet ist, bei dem mindestens ein Individuum räumlich von den weiteren Individuen getrennt ist. Dabei kennzeichnen folgende beliebig miteinander kombinierbare Charakteristika die Produktentwicklung als standortverteilt:

- Die räumliche Trennung kann auf organisatorische und zeitliche Trennung ausgeweitet sein.
- Zur Kollaboration müssen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) verwendet werden.
- Die Kollaboration kann sowohl synchron als auch asynchron stattfinden.“
Übersetzt nach Albers et al. (2022) und IPEK (2022a)

In der Literatur lassen sich einige Beiträge zur Beschreibung standortverteilter Entwicklungskontexte identifizieren (vgl. (Anderl et al., 1999; Gaul, 2001; Kern, 2016; Kirkman & Mathieu, 2005; Ledwith & Ludden, 2016; Meyer-Eschenbach & Blessing, 2005; Péréa, Mothe & Brion, 2011), die als Grundlage des Verständnisses für eine initiale Charakterisierung der standortverteilten Produktentwicklung dienen. Viele der Beiträge stellen Merkmale vor, anhand deren Ausprägungen standortverteilter Produktentwicklungssituationen beschrieben werden können. Die Merkmalsmatrix von Gaul (2001) wird in Abschnitt 2.4.2 beispielhaft vorgestellt.

Meyer-Eschenbach und Blessing (2005) definieren den standortverteilten Entwicklungskontext (aufbauend auf Abschnitt 2.1.2) durch elf beeinflussende Faktoren, unter anderem die Managementstrategie, Intensität der Kommunikation und Datentransfer, Verfügbarkeit einer gemeinsamen IT-Infrastruktur oder auch ein harmonisierter Entwicklungsprozess.

Kern (2016) beschreibt den standortverteilten Entwicklungskontext durch die Beschreibung der Dimensionen *Technik*, *Organisation* und *Mensch* anhand ausgewählter Einflussfaktoren (vgl. Abbildung 2.12). Das verwendete Modell entspringt ursprünglich durch Bullinger, Wörner und Prieto (1997) im Wissensmanagement als TOM-Modell und bietet nach Kern (2016) die bestmögliche Grundlage einer ganzheitlichen Betrachtung bei der Ausgestaltung der standortverteilten Produktentwicklung.

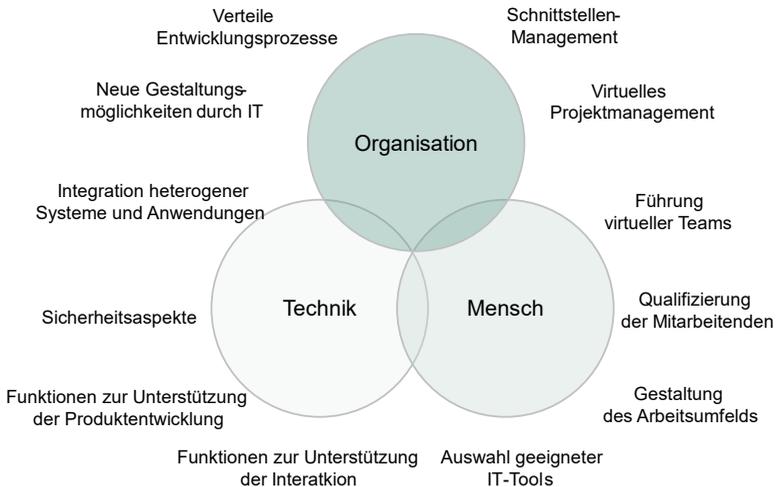


Abbildung 2.12: Gestaltungsdimensionen zur Berücksichtigung der grundlegenden Dimensionen *Technik*, *Organisation* und *Mensch* nach Kern (2016)

2.3.2 Chancen und Herausforderungen der standortverteilten Produktentwicklung

Die Zusammenarbeit in standortverteilten Produktentwicklungsteams hat positive Effekte in den Bereichen Kosten, Zeit und Qualität, wie z.B. die Kostenreduzierung durch sinkende Reisekosten oder ausbleibende Standortverlegungskosten sowie die einfache Möglichkeit der Bündelung von standortverteiltem Wissen (Gaul, 2001; Ivanov, 2017; Larsson et al., 2003; Zorn et al., 2021). Standortverteilte Produktentwicklungsteams können ohne zeitliche oder räumliche Einschränkungen basierend auf den benötigten Qualifikationen und des Fachwissens zusammengestellt werden (Kern, 2016). Durch eine geschickte Nutzung

unterschiedlicher Zeitzonen ist es zusätzlich möglich eine Verkürzung der Entwicklungszeiten zu erreichen (Lipnack & Stamps, 1998), was im Fall einer Einführung durchgehender Arbeitsschichten als 24h-Entwicklung bezeichnet wird (Gaul, 2001). Die ermöglicht zudem neue Kommunikations- und Kollaborationsszenarien (Gaul, 2001; Grieb, 2007). Die gewonnene Marktnähe ermöglicht die vereinfachte Integration marktspezifischer Kundenbedürfnisse in der Entwicklung (Meyer-Eschenbach, Gautam, Wildung & Schüler, 2008). Ivanov (2017) ergänzt dies zusätzlich durch die Vergrößerung der Präsenz am Markt. Bekannt als positiver Einfluss auf die Kreativität im Entwicklungsprozess wird durch eine globale Verteilung der Teammitglieder zusätzliche Heterogenität in Kultur, Persönlichkeiten und auch Arbeitsweisen erreicht (Boos et al., 2017; Gaul, 2001; Ivanov, 2017). Ein weiterer Vorteil standortverteilter Produktentwicklungsteams entsteht, wenn die Teams auf physische Anwesenheit verzichten können und so durch die gesteigerte virtuelle Mobilität auch eine gesteigerte Flexibilität in Abstimmungen erkennbar ist (Larsson et al., 2003; Lindner, 2020).

Dennoch bringt die standortverteilte Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams neue Herausforderungen mit sich. Diese ergeben sich zum Beispiel aus der räumlichen Distanz zwischen den Teammitgliedern und den damit verbundenen Kommunikationsschwierigkeiten (Ahuja, 2016). Informationsverluste und eine reduzierte Frequenz des Informationsaustauschs werden durch fehlende informelle oder spontane Kommunikationsanteile verursacht (Herbsleb, Mockus, Finholt & Grinter, 2000; Larsson et al., 2003; Stöger, Thomas & Berger, 2007). Je nach eingesetztem Kommunikationsmedium gehen non-verbale Kommunikationsanteile, beispielsweise aufgrund fehlender Übertragung von Mimik oder Körpersprache verloren (Kuster et al., 2011). Die Heterogenität in Kultur und Sprache führt zu Missverständnissen sowie Konfliktpotentialen und letztendlich zu Problemen bei der Schaffung eines gemeinsamen Zielverständnisses (Herbsleb et al., 2000). Auch die fehlende Identifizierung mit dem Team und mit dem Unternehmen kann zu einem erschwerten Aufbau von Vertrauen führen (Schmalzl, 2011; Stöger et al., 2007). Zusätzlich zu den meist kommunikationsbedingten Herausforderungen führen auch organisatorische Unterschiede zu Herausforderungen, wie unter anderem Datensicherheitsrisiken, gegenseitige Abhängigkeiten oder unabgestimmte organisatorische Prozesse (Gaul, 2001). Ein erhöhter Zeitaufwand für koordinierende Tätigkeiten im Entwicklungsprozess führen zu einer verringerten vorhandenen Arbeitszeit für die Ausführung von Syntheseaktivitäten im Produktentwicklungsprozess (Bavendiek, Paulsen et al., 2018). Stöckert (2011) zeigt die branchenübergreifende Relevanz von Herausforderungen in der standortverteilten Produktentwicklung in einer empirischen Untersuchung. Neben den eben genannten Herausforderungen in Abstimmungs- und Kommunikationsproblemen, sowie einem erhöhten Zeitaufwand

nennt Stöckert (2011) den Verlust an Qualität der Arbeitsergebnisse sowie der Mangel beim Schnittstellenmanagement als weitere relevante Herausforderungen. Boos et al. (2017) beschreiben den vierdimensionalen Merkmalsraum der Distanz als zentrale Herausforderung der standortverteilten Arbeitsform (vgl. Abbildung 2.13).

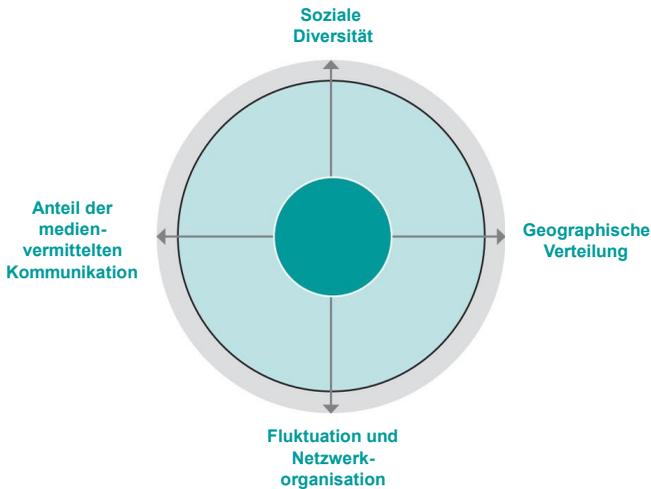


Abbildung 2.13: Die vier Dimensionen der Distanz als zentrale Herausforderung der standortverteilten Zusammenarbeit. Angepasste Darstellung nach Boos et al. (2017)

Die *geographische Verteilung* beschreibt im Merkmalsraum die physische Entfernung der Teammitglieder. Unterschiedliche organisationale Kontexte, die einen Einfluss auf den Aufbau stabiler Beziehungen und Vertrauen haben, werden in der *Fluktuation und Netzwerkorganisation* abgedeckt. Die *soziale Verteilung* umfasst individuelle Ausprägungen, wie Alter, Geschlecht, Bildung und Erfahrung, sowie soziale, kulturelle Werte und Normen. Der *Anteil der medienvermittelten Kommunikation* definiert den Anteil von Face-to-Face-Kommunikation sowie den Reichtum an vermittelten Informationen, aufbauend auf der Media-Richness-Theory nach Daft und Lengel (1984). Diese besagt, dass die Face-to-Face-Kommunikation die effektivste Art der Kommunikation sei (Daft & Lengel, 1984). Zusätzlich definieren Boos et al. (2017) den Merkmalsraum als Gestaltungsrahmen für die Arbeit in standortverteilten Teams.

Tabelle 2.1 fasst die genannten Chancen und Herausforderungen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung zusammen.

Tabelle 2.1: Chancen und Herausforderungen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung. Kondensat aus Blum (2022)¹, Grimminger (2021)² und Zech (2022)³

Chancen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Standortunabhängige Bündelung von (disziplinübergreifendem) Fach- und Expertenwissen (Gaul, 2001; Ivanov, 2017; Kern, 2016) • Verbesserte Präsenz am Markt (Ivanov, 2017) • Kenntnis über Kundenbedarfe- und Anforderungen aufgrund Steigerung der Marktnähe (Meyer-Eschenbach et al., 2008) • Verringerung von Reise- und Standortkosten (Gaul, 2001) • Verkürzung der Entwicklungszeiten durch geschickte Nutzung unterschiedlicher Zeitzonen (Gaul, 2001; Lipnack & Stamps, 1998) • Gesteigertes Kreativitätspotenzial aufgrund von Heterogenität in Kultur, Persönlichkeiten und Arbeitsweisen im Team (Boos et al., 2017; Gaul, 2001; Ivanov, 2017) • Schaffung neuer Kommunikations- und Kollaborationsszenarien (Gaul, 2001) • Erhöhte Flexibilität im Entwicklungsprozess durch gesteigerte virtuelle Mobilität (Larsson et al., 2003; Lindner, 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsschwierigkeiten aufgrund physischer Distanz (Ahuja, 2017) • Informationsverluste und reduzierte Frequenz des Informationsaustauschs durch fehlende informelle oder spontane Kommunikationsanteile (Herbsleb et al., 2000; Larsson et al., 2003; Stöger et al., 2007) • Fehlende non-verbale Kommunikationsanteile (Kuster et al., 2011) • Missverständnisse, Konfliktpotentiale und Probleme bei der Schaffung eines gemeinsamen Zielverständnisses durch Heterogenität in Sprache und Kultur (Herbsleb et al., 2000) • Erschwerter Aufbau von Vertrauen im Team durch fehlende Identifizierung mit Team und Unternehmen (Schmalz, 2011; Stöger et al., 2007) • Datensicherheitsrisiken, gegenseitige Abhängigkeiten und unabgestimmte organisatorische Prozesse (Gaul, 2001) • Weniger zeitliche Kapazitäten für Syntheseaktivitäten aufgrund gestiegenen Aufwands für Koordination (Bavendiek et al., 2018) • Verlust an Qualität der Arbeitsergebnisse (Stöckert, 2011) • Mangel beim Schnittstellenmanagement (Stöckert, 2011)

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

2.3.3 Erfolgreiche Zusammenarbeit in der standortverteilten Produktentwicklung

Zukünftig ist zu erwarten, dass die standortverteilte Zusammenarbeit in der Produktentwicklung stetig weiter zunimmt (Dumitrescu et al., 2021). Um diese erfolgreich zu gestalten, ist es wichtig, die zuvor dargestellten Chancen zu stärken und die Herausforderungen früh zu erkennen und anzugehen. Laut VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1 ist die Grundlage jeder erfolgreichen Teamarbeit stets eine gute Kommunikation. Gerade beim Lösen komplexer Probleme in der Produktentwicklung profitiert die Leistung eines Teams von umfassender, problembezogener und handlungsrelevanter Kommunikation (Cooper, 1990). Kommunikation stellt, vgl. Abschnitt 2.3.1, die Grundlage erfolgreicher Zusammenarbeit dar, auf der die Koordination und Kollaboration der standortverteilten auszuführenden Tätigkeiten aufbauen können. Darüber hinaus ist es von Relevanz, die Entwicklungsteams basierend auf den benötigten Kompetenzen und Expertisen zur Lösung des Problems (bezogen auf den Gedanken des Core Team Managements nach Albers (2010)) zusammenzustellen, aber auch wieder neu für die Lösung eines neuen Problems zusammenzustellen (Zorn et al., 2021). Das in Abschnitt 2.3.1 eingeführte TOM-Modell unterstützt die ganzheitliche und nachhaltige Einbeziehung von Chancen und Herausforderungen mittels ganzheitlicher Betrachtung der Gestaltungsdimensionen *Technologie*, *Organisation* und *Mensch*. Paulsen et al. (2020) heben hervor, dass gerade die Einführung standortverteilter Zusammenarbeit eine ganzheitliche Betrachtung der drei Dimensionen fordert. Nachfolgend werden anhand der drei Dimensionen einige relevante Aspekte erfolgreicher Zusammenarbeit in der standortverteilten Produktentwicklung beleuchtet.

Technologie:

Erfolgreiche standortverteilte Zusammenarbeit kann nur durch das Vorhandensein geeigneter technischer Systeme erreicht werden (Freiherr von Lukas, 2002; Grieb, 2007; Reichwald, Möslein, Sachenbacher & Englberger, 2000; Zorn et al., 2021). Neue Technologien sollten nie als Einschränkung, sondern immer als Werkzeug zur Befähigung und nie als Zweck der Gestaltung angesehen werden (Bischoff, Aleksandrova & Flachskampf, 2011; Hartmann, 2005). Aus diesem Grund muss ein Unternehmen prüfen, welche IKT benötigt werden, um die Mitarbeitenden für die vorherrschende Art der Zusammenarbeit bestmöglich zu befähigen und zu unterstützen (Gerhards & Trauner, 2011). Die Nutzung geeigneter IKT ermöglicht

² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

es den standortverteilten Entwicklungsteams trotz der physischen Entfernung zu kommunizieren, zu kooperieren und zu kollaborieren (Müller, 2018; Zorn et al., 2021). Die Wahl der Kommunikationsart (face-to-face oder IKT-basiert) ist basierend auf dem zu lösenden Problem und der anstehenden Tätigkeit zu definieren (Sträter & Bengler, 2019). Bei der Einführung neuer IKT sind die drei Hauptgründe für aufkommende Probleme unausgereifte, ungeeignete und zu komplexe Technologien (Ulich, 1997). Dies muss vor der Einführung der Technologien überprüft werden. Die Arbeitsgestaltung umschließt zusätzlich zur Gestaltung der Technologien auch die Gestaltung von Informationen und Daten (Freiherr von Lukas, 2002; Hacker, 2002).

Organisation:

Für eine erfolgreiche Zusammenarbeit müssen Regeln zur Vorgehensweise in der standortverteilten Zusammenarbeit hinsichtlich Zuständigkeiten, Abläufen und der Kommunikation von Arbeitsfortschritten definiert werden (Cooper, 1990). Zur Koordination standortverteilter Zusammenarbeit müssen geeignete Modelle zum Problem, zu den Lösungen als auch zum Vorgehen vorhanden sein (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1). Die Autonomie der standortverteilt zusammenarbeitenden Entwickelnden fordert verantwortliches Handeln, welche durch geeignete intrinsische Motivatoren gestärkt werden muss (Höge, 2019). Die Gestaltung der Zusammenarbeit von standortverteilten Teams muss entlang des gesamten zusammenhängenden Arbeitsprozesses innerhalb der Organisation sowie zum Teil auch organisationsübergreifend erfolgen und nicht alleine die Gestaltung eines einzelnen Arbeitsplatzes oder eines einzelnen Prozessschrittes umfassen (Kern, 2016; Zorn et al., 2021). Meyer-Eschenbach und Blessing (2005) unterstreichen dies durch einen Bedarf nach einem abgestimmten Entwicklungsprozess sowie einer detaillierten Projektorganisation. Die in der standortverteilten Zusammenarbeit entstehenden Abhängigkeiten zwischen den Mitarbeitenden und auch deren Ressourcensystem (Technik, Material, Informationen, etc.) (vgl. Herrmann (2012)) fordert die verstärkte Organisationsgestaltung aufbauend auf den von den Teams benötigten Strukturen. Nach Boutellier, Gassmann und Zedtwitz (2008) sind redundant verfügbare Ressourcen für eine standortverteilte Durchführung von Produktentwicklungsprojekten erforderlich.

Mensch:

Nach Albers (2010) steht der Mensch im Mittelpunkt der Produktentwicklung. Gerade bei der Einführung neuer Technologien, Prozesse und Methoden muss darauf geachtet werden, die Menschen entsprechend zu schulen und zu entwickeln, um die Menschen bis hin zur Unternehmenskultur an die neuen

Rahmenbedingungen heranzuführen (Gerhards & Trauner, 2011). Weinkauff und Woywode (2004) stellen das Entwicklungsteam in den Mittelpunkt und definieren unter anderem eine heterogene Teamzusammenstellung mit geteilter Muttersprache, proaktive Teammitglieder mit einer einheitlichen Vision und einer Unterstützung durch das Top-Management in den Vordergrund. Ergänzt wird dies durch die Erfolgsfaktoren von Horwitz, Bravington und Silvis (2006), die sich auf Kommunikation, definierte Rollen, Vertrauen und Engagement konzentrieren. Ahuja (2016) unterstreicht die Relevanz der Teamzusammensetzung und die Unterstützung durch effektive Human Resource Praktiken. Insbesondere die Bildung von Sozialstrukturen und eines Zusammenhalts im Team stellt Gaul (2001) als Herausforderung dar, die nach Lipnack und Stamps (1998) vor allem durch frühzeitige Bemühungen zu Anfang der Zusammenarbeit adressiert werden können. Nach Bavendiek und Paulsen et al. (2018) benötigen die Entwickelnden in einem standortverteilten Team zusätzliche Kompetenzen im Umgang mit den veränderten technischen sowie organisatorischen Randbedingungen für eine erfolgreiche Zusammenarbeit. Kern (2016) definiert daher als Aufgaben der Organisation die Qualifizierung der Mitarbeitenden hinsichtlich der neuen Randbedingungen sowie die Gestaltung der Arbeitsbedingungen und des Arbeitsumfelds passend zum Entwicklungskontext.

Baschin, Inkermann und Vietor (2019) heben die ausgeprägten Wechselwirkungen zwischen den genannten Dimensionen in der Produktentwicklung und die Relevanz, Prozesse regelmäßig zu reflektieren, um die Zusammenarbeit zu verbessern und auf sich verändernde Entwicklungskontexte reagieren zu können, hervor. Zusätzlich kann, wie anfangs angemerkt, bei einer ganzheitlichen Betrachtung der Literatur die Kommunikation als zentraler Erfolgsfaktor in der standortverteilten Produktentwicklung in allen Dimensionen identifiziert werden. Dies wird von Ostergaard und Summers (2009, S. 63) bestätigt: „Communication can be regarded as a central factor in many group situations, but it is particularly important when a development team is distributed“.

2.3.4 Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung

Aufgrund der genannten Chancen und Herausforderungen finden sich in der Literatur unterschiedliche Studien, die die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung untersuchten. Die Autoren sind sich dabei einig, dass alle Produktentstehungsaktivitäten in der Regel in Entwicklungsteams gemeinsam durchgeführt werden (Mulet, Chulvi, Royo & Galán, 2016) und dass Zusammenarbeit und die Kreativität im Team zentrale Themen der standortverteilten Produktentstehung darstellen (Stempfle & Badke-

Schaub, 2002). Die Zusammenarbeit muss dabei als primärer und begleitender Prozessbestandteil aller anderen Produktentstehungsaktivitäten betrachtet werden (Chui, 2002).

Was die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten betrifft, so zeigen die Studien keine einheitlichen Ergebnisse. Ein wissenschaftlicher Konsens herrscht jedoch über die Aussage, dass die Zusammenarbeit an einem Ort einfacher ist als die standortverteilte Zusammenarbeit (Silvia & Iryna, 2012). In einer Umfrage über die Effektivität von Entwicklungsteams bewerteten standortverteilte Teammitglieder das Verständnis, die Evaluation und die Verhandlung von Konzepten schlechter als Teams, die an einem Ort zusammenarbeiten (Rice, Davidson, Dannenhoffer & Gay, 2007). Sawyer und DeZutter (2009) zeigten, dass standortverteiltes Arbeiten zu einer höheren Arbeitsbelastung führt und dass die Menschen weniger Themen diskutieren. Lee und Do (2009) stellten fest, dass standortverteilte Zusammenarbeit zu einer geringeren Bereitschaft führt, weiter an einer Aufgabe zu arbeiten. Eine Studie von González-Ibáñez, Haseki und Shah (2013) zeigte, dass standortverteilte Teams bei der Informationssuche eine geringere affektiv-kognitive Belastung aufweisen. Rice et al. (2007) hingegen beschreiben eine zunehmende Effektivität beim Brainstorming, der Erstellung von Dokumenten, der Bestätigung von Entwürfen, der Zuweisung von Ergebnissen und der Erstellung standortverteilter Ergebnisse. Die beobachtete Verbesserung der Effektivität virtueller Teams basierte jedoch laut Rice et al. (2007) auf der Übernahme formaler Verfahren und strukturierter Prozesse und zusätzlich, dass Teamprozesse an die Möglichkeiten der IKT-gestützten Umgebung angepasst wurden. Auch Kirkman und Mathieu (2005) geben an, dass die Effizienz durch die Verfügbarkeit der geeigneten Tools positiv beeinflusst wird. Duehr, Nix und Albers (2020) wiesen nach, dass z.B. die Entwicklungsaufgabe und deren Kommunikation an das Entwicklungsteam die Effizienz standortverteilter Produktentwicklungsaktivitäten beeinflusst. Bell und Kozlowski (2002) unterstützen dieses Ergebnis durch die Aussage, dass virtuelle Teams, die weniger komplexe Aufgaben erfüllen, effizienter bei Informationsmanagement und Kollaboration sind. Unterschiede in der Geschwindigkeit des Informationszugangs schränken den Austausch von gemeinsamem Wissen in standortverteilten Teams ein (Cramton, 2001). Dies führt mit steigendem Grad der Virtualität zu einem negativen Zusammenhang mit der Innovationsfähigkeit nach Gibson und Gibbs (2006). Die Autoren ergänzten jedoch, dass dynamische Teamstrukturen und vielfältiges Fachwissen in virtuellen Teams die innovationsbezogenen Fähigkeiten verbessern (Gibson & Gibbs, 2006). Schaubroeck und Yu (2017) analysierten die Auswirkungen von drei zentralen Teameigenschaften (Differenzierung von Kompetenzen, zeitliche Stabilität und Differenzierung von Autoritäten) auf verschiedene Teamergebnisse je nach Grad

der Virtualität. Tabelle 2.2 zeigt die gesammelten Ergebnisse der Studie und lässt schlussfolgern, dass die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit in hohem Maß von den Eigenschaften des jeweiligen Teams abhängen.

Tabelle 2.2: Auswirkungen von Virtualität und Teameigenschaften auf Teamergebnisse. Übersetzte Inhalte nach Schaubroeck und Yu (2017)

Team-Eigenschaft	Effizienz	Performance	Entwicklung und Adaption	Zufriedenheit	Identifizierung
Große Differenzierung von Kompetenzen	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ	Negativ
Lange zeitliche Stabilität	Positiv	Positiv	Positiv	Positiv	Positiv
Große Differenzierung von Autoritäten	Positiv	Beides	Negativ	Beides	Negativ

Darüber hinaus gibt es Studien, die darauf hinweisen, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Zusammenarbeit an einem Ort und der standortverteilten Zusammenarbeit gibt. Z. Yang, Xiang, You und Sun (2020) stellten dazu während der Beobachtung von Studierenden in einem Produktentwicklungsprojekt fest, dass die geografische Entfernung nur vernachlässigbare Auswirkungen auf die Produktion und Interaktion während Produktentwicklungsaktivitäten hat. Tabelle 2.3 zeigt zusammengefasst die vorgestellten Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung vor der Corona-Pandemie.

Tabelle 2.3: Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung vor der Corona-Pandemie

Autor	Einfluss	Auswirkung
Rice et al. (2007)	Standortverteilte Zusammenarbeit	Schlechteres Verständnis, sowie schlechtere Evaluation und Verhandlung von Konzepten
Sawyer und DeZutter (2009)	Standortverteilte Zusammenarbeit	Höheren Arbeitsbelastung und weniger Diskussion von Themen
Lee und Do (2009)	Standortverteilte Zusammenarbeit	Geringere Bereitschaft weiter an einer Aufgabe zu arbeiten
González-Ibáñez et al. (2013)	Standortverteilte Zusammenarbeit	Geringere affektiv-kognitive Belastung bei der Informationssuche
Rice et al. (2007)	Übernahme formaler Verfahren und strukturierter Prozesse und Anpassung der Teamprozesse an die Möglichkeiten der IKT-gestützten Umgebung	Zunehmende Effektivität beim Brainstorming, der Erstellung von Dokumenten, der Bestätigung von Entwürfen, der Zuweisung von Ergebnissen und der Erstellung standortverteilter Ergebnisse
Kirkman und Mathieu (2005)	Verfügbarkeit geeigneter Tools	Positive Entwicklung der Effizienz
Bell und Kozlowski (2002)	Bearbeitung weniger komplexe Aufgaben	Effizientes Informationsmanagement und Kollaboration
Cramton (2001)	Unterschiede in der Geschwindigkeit des Informationszugangs	Einschränkung des Austauschs von gemeinsamem Wissen
Gibson und Gibbs (2006)	Steigender Grad der Virtualität	Negativer Zusammenhang mit der Innovationsfähigkeit
Gibson und Gibbs (2006)	Dynamische Teamstrukturen und vielfältiges Fachwissen	Verbesserung innovationsbezogener Fähigkeiten
Schaubroeck und Yu (2017)	Große Differenzierung von Kompetenzen	Negative Auswirkungen auf Teameigenschaften
Schaubroeck und Yu (2017)	Lange zeitliche Stabilität im Team	Positive Auswirkungen auf Teameigenschaften
Schaubroeck und Yu (2017)	Große Differenzierung von Autoritäten	Gemischte Auswirkung auf Teameigenschaften
Z. Yang et al. (2020)	Geografische Entfernung	Vernachlässigbare Auswirkungen auf die Produktion und Interaktion während Produktentwicklungsaktivitäten

Wie dargestellt, zeigten die Studien, dass es kein einheitliches Verständnis der Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung gibt. COVID-19 beschleunigte eine jahrzehntelang dauernde Verlagerung zur standortverteilten Zusammenarbeit, indem das Arbeiten von zu Hause aus in großem Umfang normalisiert wurde. Die Analyse von Studien aus der Corona-Zeit (vgl. Tabelle 2.4) zeigt weitere Uneinigkeiten bezüglich der Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf Produktentstehungsaktivitäten, auch in Bezug zu Ergebnissen, die vor COVID-19 generiert wurden.

Tabelle 2.4: Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung nach Beginn der Corona-Pandemie

Autor	Einfluss	Auswirkung
L. Yang et al. (2022)	Unternehmensweite standortverteilte Zusammenarbeit	Statischere und isoliertere Zusammenarbeit und weniger Vernetzung mit verschiedenen Bereichen sowie Zunahme synchroner und Abnahme asynchroner Kommunikation
Brucks und Levav (2022)	Verwendung von Videobildschirmen in der virtuellen kreativen Ideenfindung	Schlechtere kreative Ideenfindung aufgrund eingeschränkter Menge an Informationen
Dekoninck und Brenninkmeijer (2022)	Gezieltes Training und geeignete moderne kollaborative Tools	Keine negativen Auswirkungen auf Vertrauensbildung, Informationsaustausch, Einsatz von Technologien sowie Führungsqualität und Innovationsfähigkeit
Pacheco et al. (2022)	Begrenzter Zugang zu Werkzeugen, Infrastruktur und zu entwickelndes Produkt	Größte Probleme bei der Entwicklung physischer Prototypen

L. Yang et al. (2022) wiesen nach, dass eine unternehmensweite standortverteilte Zusammenarbeit dazu führt, dass die Zusammenarbeit deutlich statischer und isolierter wurde und dabei weniger Vernetzung mit verschiedenen Bereichen stattfand. Dazu zeigten die Autoren, dass die synchrone Kommunikation zu und die asynchrone Kommunikation abnahm. Brucks und Levav (2022) untersuchten darüber hinaus, wie sich die Art der Kommunikation (virtuell oder persönlich) auf die Kreativität des Menschen auswirkt und kamen zum Ergebnis, dass persönliche Treffen zu einer besseren Ideenfindung führen. Hinsichtlich der Qualität der ausgewählten Ideen gibt es jedoch keinen Unterschied zwischen den beiden Formen der Zusammenarbeit. Die Autoren gehen davon aus, dass die Verwendung von Videobildschirmen

men die Menge an Informationen einschränkt, die während der virtuellen Kommunikation zwischen den Teammitgliedern ausgetauscht werden können und dies für die unterschiedlichen Auswirkungen von virtuellen und persönlichen Interaktionen verantwortlich ist. (Brucks & Levav, 2022) Dekoninck und Brenninkmeijer (2022) untersuchten das Auftreten von vier in der Literatur genannten zentralen Herausforderungen standortverteilter Teams (Vertrauensbildung, Informationsaustausch, Einsatz von Technologien sowie Führungsqualität und Innovationsfähigkeit). Die Ergebnisse zeigten, dass durch gezieltes Training und geeignete moderne kollaborative Tools die Herausforderungen nicht auftraten und dadurch keine negativen Auswirkungen auf die Produktentwicklungsaktivitäten vorzufinden waren. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Literatur nicht mit der steigenden Geschwindigkeit von Veränderungen in der Praxis standortverteilter Entwicklungsteams Schritt hält. (Dekoninck & Brenninkmeijer, 2022) Martins Pacheco et al. (2022) erwarteten, basierend auf Umfragen und Interviews, die Kommunikation als größtes Problem mit negativen Auswirkungen. Stattdessen fanden die Autoren in ihrer Studie heraus, dass die Teams die größten Probleme bei der Entwicklung physischer Prototypen aufgrund des begrenzten Zugangs zu Werkzeugen, der Infrastruktur und dem zu entwickelnden Produkt hatten. (Martins Pacheco et al., 2022)

Zusammenfassend lässt sich erkennen, dass bisherige Studien sich vor allem auf die Auseinandersetzung mit ausgewählten Aktivitäten der Produktentstehung von Kreativprozessen bis zum endgültigen Produktkonzept konzentrierten. Weitere unterstützende Aktivitäten wie das Managen von Projekten, Wissen und Änderungen sowie die Verifizierung und Validierung während des gesamten Produktentwicklungsprozesses blieb jedoch größtenteils unberücksichtigt. Erst bei der Betrachtung der Aggregation aller interagierenden Aktivitäten lassen sich Aussagen über die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf den Produktentstehungsaktivitäten treffen.

Da neben den Unterschieden in den Auswirkungen auf die Produktentstehungsaktivitäten unterschiedliche Definitionen von Effizienz und Effektivität während der Produktentstehungsaktivitäten in der Literatur vorzufinden sind, sind in Tabelle 2.5 unterschiedliche Definitionen zusammengestellt.

Tabelle 2.5: Übersicht über die Definitionen von Effizienz und Effektivität zur Bewertung von Produktentstehungsaktivitäten. Angepasste Inhalte nach Kopp (2021)⁴

Autor	Definition Effizienz	Definition Effektivität
Cordero (1990)	Messung umfasst die Beurteilung der Ressourcen, zur Ermittlung der Verwendung von Mindestmengen bei der Ergebnisgenerierung.	-
Jou, Chen, Hwang, Lin und Huang (2010)	-	Effektive Produktentwicklung erfüllt die Anforderungen an Qualität, Lieferzeit und Kosten eines Unternehmens.
Neely (2005)	Maß, wie wirtschaftlich die Ressourcen eines Unternehmens genutzt werden, um ein gewünschtes Maß an Kundenzufriedenheit zu erreichen.	Maß, mit dem die Kundenanforderungen erfüllt werden.
Sink, Tuttle und Shin (1989)	Input- und Transformationsprozess-Frage, definiert als das Verhältnis zwischen Ressourcen, die voraussichtlich benötigt werden und dem tatsächlichen Verbrauch.	Die richtigen Dinge zur richtigen Zeit, in der richtigen Qualität usw. tun. Definiert als das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen und erwarteten Output.
Sumanth (1998)	Verhältnis der tatsächlich erzielten Leistung zum erwarteten Standardoutput bezogen auf die Nutzung von Ressourcen.	Grad der Zielerreichung und zeigt, wie gut eine Menge von Ergebnissen erreicht wird.
Van Jan Ree (2002)	Verhältnis zwischen dem angestrebten und dem tatsächlichen Einsatz von Ressourcen, um einen Input in einen Output umzuwandeln.	Übereinstimmung des tatsächlichen Ergebnisses (Output bezogen auf Qualität und Quantität) mit dem angestrebten Ergebnis.
Ojanen und Tuominen (2002)	Grad des Einsatzes von Inputs im Verhältnis zu einer bestimmten Menge an Outputs.	Grad, in dem ein vorgegebenes Ziel erreicht wird.
O'Donnell und Duffy (2002)	Verhältnis zwischen dem Output und dem vorgegebenen Ziel.	Verhältnis zwischen der Differenz zwischen Output und Input sowie den dafür eingesetzten Ressourcen.

⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Einheitlich stellen die Autoren einen direkten Zusammenhang zwischen der Effizienz und der Effektivität und der Leistungsfähigkeit in der Produktentwicklung her (Pflaum, 2018). Grundlage des Verständnisses für diese Arbeit bildet die Definition nach O'Donnell und Duffy (2002). Die Autoren definieren Effizienz als das Verhältnis zwischen der Differenz zwischen Output und Input sowie den dafür eingesetzten Ressourcen. Die Effektivität wird als Verhältnis zwischen dem Output und dem vorgegebenen Ziel definiert. O'Donnell und Duffy (2002) Aufbauend auf diesen Definitionen wird im weiteren Verlauf der Arbeit zusätzlich in einigen Studien auf die vereinfachte Definition der Begriffe angelehnt an die DIN EN ISO 9241-11:2018-11 zurückgegriffen. Dabei ist die Effizienz die Zeit, die benötigt wird, um eine Entwicklungsaktivität bei gleichbleibendem Output abzuschließen. Darüber hinaus wird die Effektivität als wahrgenommene Qualität des Ergebnisses in Abhängigkeit mit dem Ziel definiert. (DIN EN ISO 9241-11:2018-11)

Zusammenfassend stellten Dillenbourg et al. (1996, S. 197) fest: "... collaboration is in itself neither efficient nor inefficient" und argumentieren, dass es Aufgabe der Forschung sei, die Bedingungen zu bestimmen, unter denen eine effiziente Zusammenarbeit möglich ist. Dementsprechend müssen die individuellen Randbedingungen des Unternehmens und die Produktentwicklungsaufgabe analysiert werden, um anschließend das Handlungssystem geeignet anzupassen. Nur so können, in Anlehnung an Birkhofer et al. (2005), die Methoden, Prozesse und Tools der standortverteilten Produktentwicklung ihr volles Potenzial entfalten (Duehr, Hirsch, Albers & Bursac, 2020). Eine reine Imitation der standortgebundenen Anwendung, unterstützt durch IKT, ist dafür jedoch nicht ausreichend (Walter, Rapp & Albers, 2016a).

2.4 Unterstützung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung

Um erfolgreich in der Entwicklung von Advanced Systems agieren zu können, ist eine Adressierung der zuvor eingeführten Herausforderungen in der Zusammenarbeit standortverteilter Entwicklungsteams, die zu einem unerwünschten SOLL-Zustand in der Entwicklungssituation führen können, nötig. Demnach ist eine systematische Anpassung an einen gewünschten SOLL-Zustand anzustreben. Dies beschreibt einen Problemlösungsprozess als Verbesserungsprozess. Auch Banker, Bardhan und Asdemir (2006) fanden heraus, dass Verbesserungen in der Zusammenarbeit letztendlich zu einer Leistungssteigerung in Form einer höheren Qualität des Produktes, kürzerer Entwicklungszeit und geringeren Produktkosten führen können. In der Literatur finden sich derzeit einige Ansätze zur Unterstützung der Anpassung des unerwünschten SOLL-Zustands wie bspw. die SPALTEN-Methode (vgl. Abschnitt

2.2.2) und damit zur Unterstützung der Verbesserung der Zusammenarbeit von standortverteilten Produktentwicklungsteams. Die bestehenden Ansätze sind jedoch entweder zu generisch und nicht auf die Charakteristika standortverteilter Teams ausgelegt oder sind zu spezifisch auf einzelne Aktivitäten der Produktentstehung ausgerichtet. Weiterhin gilt es nach Bertagnolli (2018), Verbesserungsprozesse kontinuierlich und iterativ anzuwenden, um eine nachhaltige Problemlösung zu erreichen. Dies ermöglicht die Umsetzung von kleinen und evolutionären Verbesserungen und führt zusätzlich zu organisationalen Lernprozess (Droste, 2021). Im Folgenden werden zunächst einige Ansätze vorgestellt, die sich allgemein auf die Unterstützung der Zusammenarbeit in Produktentwicklungsteams beziehen. Nachfolgend werden einige Ansätze eingeführt, die die Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung miteinbeziehen.

2.4.1 Ansätze zur Unterstützung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung

Die Unterstützung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung wird durch einige Ansätze in der Literatur bereits fokussiert. Tabelle 2.6 stellt eine Auswahl einiger dieser Ansätze zusammen, die als Grundlage der zu entwickelnden Methode in dieser Arbeit dienen. Auf die in Abschnitt 2.2.2 SPALTEN-Methode wird in diesem Abschnitt nicht wieder eingegangen, da die SPALTEN-Methode als universelle Problemlösungsmethode als Grundlage aller Verbesserungsprozesse angesehen wird.

Da die MTO-Analyse als Grundlage der zu entwickelnden Methode verwendet wird und das agile Framework Scrum im weiteren Verlauf der Arbeit, als eine der Möglichkeiten, die standortverteilte Zusammenarbeit zu verbessern, aufgegriffen wird, werden beide Ansätze im Folgenden vorgestellt.

Tabelle 2.6: Übersicht ausgewählter Ansätze zur Unterstützung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung, mit Fokus und Beschreibung

Ansatz	Fokus	Beschreibung
Kaizen Imai (1986)	Kontinuierliche Verbesserung der standardisierten Arbeitsweise	Kaizen verlangt nach kontinuierlicher Verbesserung zur Verbesserung unter Einbeziehung aller Mitglieder einer Organisation und baut auf den Leitprinzipien guter Prozesse, der Erfassung der IST-Situation, der Ergreifung von Maßnahmen zur Korrektur von Problemen, Teamarbeit und der Integration aller Mitarbeitenden auf.
PDCA-Zyklus Deming (1982)	Evolutionäre Qualitätsverbesserungen	Der PDCA-Zyklus (auch Demingkreis genannt) beschreibt einen iterativen Prozess für kontinuierliches Lernen und Verbessern und besteht aus den Phasen <i>Plan, Do, Check, Act</i> .
MTO-Analyse Ulich (1997)	Ganzheitlich, autonomieorientierte Unternehmensanalyse	Die MTO-Analyse betrachtet Unternehmen unter Berücksichtigung der Gestaltungsdimensionen <i>Mensch, Technik</i> und <i>Organisation</i> auf den Ebenen des Gesamtunternehmens, der Organisationseinheiten, der Arbeitsgruppen und des Individuums.
Scrum Schwaber (2004)	Empirische und iterative Verbesserung in komplexen Projekten	Das Framework SCRUM unterstützt die empirische und iterative Verbesserung der Zusammenarbeit interdisziplinärer Teams in komplexen Projekten und Strukturen und fußt auf den Säulen <i>Transparenz, Überprüfung</i> und <i>Anpassung</i> .

Um ein ganzheitliches Verständnis über die vorherrschende Entwicklungssituation und der darin auftretenden Herausforderungen zu erhalten, ist es notwendig, die Elemente sozio-technischer Systeme sowie deren Interaktion umfassend zu beschreiben (Zorn et al., 2021). Die MTO-Analyse von Ulich (1997) unterstützt eine ausführliche Unternehmensanalyse unter der Berücksichtigung aller Faktoren von *Mensch, Technik* und *Organisation*. Dabei wird Aufschluss darüber gegeben, ob und wie die Faktoren und deren Beziehungen zueinander einheitlich aufeinander abgestimmt werden können, um dadurch Schwächen, Mängel und Fehleinschätzungen zu vermeiden. Die MTO-Analyse erfolgt anhand von sechs Analysestufen: *Unternehmensebene, Organisationseinheit, Arbeitssysteme, Schlüsseltätigkeiten, Mensch* und *Rückblick auf die Unternehmensentwicklung*. Die Durchführung der

einzelnen Analysestufen erfolgt abhängig vom Unternehmen, dessen Größe und Branche. Unter anderem können Methoden und Vorgehensweisen wie Dokumentenanalysen, Experteninterviews, Befragungen, Reports und Audit-Ergebnisse verwendet werden. Die MTO-Analyse dient somit als Methode zur Analyse eines aktuellen IST-Zustands eines soziotechnischen Systems und zur Definition von Maßnahmen zur Definition und Erreichung eines gewünschten SOLL-Zustands. (Ulich, 1997)

Neben der optimalen Abstimmung der Faktoren der Entwicklungssituation ist die kontinuierliche Verbesserung im Entwicklungsprozess wichtig. Die Einführung agiler Methoden unterstützt die kontinuierliche Verbesserung der Zusammenarbeit in Entwicklungsteams (Svensson & Höst, 2005). Dumitrescu et al. (2021) zeigten in ihrer Studie, dass eine Vielzahl von befragten Unternehmen eine Verbesserung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung mit agilen Arbeitsmethoden erwarten oder erreichen konnten. Gerade das Framework Scrum findet vermehrt in der Entwicklungspraxis Anwendung. Abbildung 2.14 stellt die wesentlichen Bestandteile des Frameworks sowie deren Abläufe in einem Entwicklungszyklus (*Sprint*) dar.

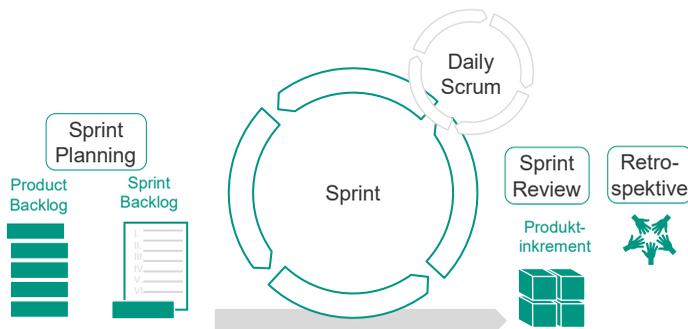


Abbildung 2.14: Übersicht über die Events und Artefakte des Scrum-Frameworks eingeordnet im Scrum-Prozess nach Schwaber und Sutherland (2020)

Zu Beginn des Sprints findet das Event des *Sprint Plannings* statt, in dem die Ziele des Sprints ausgehend aus dem Zielsystem des Produktes, dem *Product Backlog*, definiert werden. Die detaillierten Produktentwicklungsaktivitäten werden im *Sprint Backlog* festgehalten. Während des Sprints werden die Produktentwicklungsaktivitäten ausgeführt, um somit das *Produktinkrement* als Artefakt zu entwickeln. Zur Abstimmung im Team findet täglich das *Daily Scrum Meeting* statt. Am Ende des Sprints stellt das Team das entwickelte *Produktinkrement* den Stakeholdern im *Sprint Review* vor. Abschluss des Sprints bildet das Event der *Retrospektiven* (kurz

Retro), in dem das Team über den vergangenen Sprint reflektiert und Maßnahmen zur Steigerung der Effektivität und Effizienz ihrer Zusammenarbeit ableitet. (Schwaber & Sutherland, 2020) Alle Events und Abläufe basieren dabei auf den vorgestellten Säulen der empirischen Prozesskontrolle.

Nach McMahon (2005) ist das Daily der Schlüssel für eine verbesserte Kommunikation im Team. Denn gerade dabei wird die Zusammenarbeit auf die richtigen Dinge fokussiert, ohne Zeit für unwichtige Dinge zu verschwenden (McMahon, 2005). Die kontinuierliche Verbesserung der Zusammenarbeit im Entwicklungsteam wird vor allem durch die Retrospektive unterstützt. Derby und Larsen (2006) stellen fest, dass die Retrospektive, mit dem Hauptziel, die Zusammenarbeit und die Methoden im Team zu überprüfen und anzupassen, das Team unterstützt, kontinuierlich zu lernen und ihre Zusammenarbeit zu verbessern. Auch Inkermann, Lembeck, Brandies und Vietor (2019) unterstreichen die Relevanz, Retrospektiven im Entwicklungsprozess zu integrieren. Daher könnte die Anwendung agiler Retrospektiven für eine erfolgreiche Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams besonders förderlich sein. Inkermann, Gürtler und Seegrün (2020) fanden heraus, dass es an strategischer und systematischer Reflexion als auch an einer methodischen Unterstützung ebendieser in der Industrie mangelt und haben dazu das RECAP Framework entwickelt. Duehr, Efremov et al. (2021) wiesen in ihrer Studie nach, dass die kontinuierliche Durchführung von Retrospektiven ein hohes Potenzial zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit aufweist. Dennoch muss angemerkt werden, dass die standortverteilte Zusammenarbeit eine Anpassung agiler Arbeitsweisen auf den vorherrschenden Entwicklungskontext erfordert (Hossain, Babar & Paik, 2009). Ammersdörfer, Tartler, Kauffeld und Inkermann (2022) stellen dazu den *Reflection Canvas* als Werkzeug zur Sensibilisierung, Unterstützung und Strukturierung von Reflektionsaktivitäten vor, um neue Methoden einzuführen und Prozesse anzupassen, damit eine Verbesserung der Zusammenarbeit in der Produktentwicklung erreicht werden kann. Auch Atzberger und Paetzold (2019) definieren darüber hinaus den Umgang mit standortverteilten Teams als zentrale Herausforderung in der Einführung agiler Ansätze.

2.4.2 Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Produktentwicklung

Neben der Unterstützung der Zusammenarbeit adressieren einige Ansätze zudem die Unterstützung standortverteilter Zusammenarbeit in der Produktentwicklung und damit auch einige der zuvor genannten Herausforderungen. Tabelle 2.7 und Tabelle 2.8 stellen eine Auswahl einiger dieser Ansätze in einer Übersicht zusammen. Die zur Vorstellung ausgewählten Ansätze bedienen die unterschiedlichen Fokusse

Kommunikationsmedien, Konzeptualisierung der Virtualität und Charakterisierung des Verteilungszustands.

Tabelle 2.7: Übersicht ausgewählter Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Produktentwicklung mit Fokus und Beschreibung (Teil 1)

Ansatz	Fokus	Beschreibung
Anytime/ Anyplace-Matrix O'Hara- Devereaux und Johansen (1996)	Auswahl geeigneter Kom- munikations- medien	Die Anytime/Anyplace-Matrix unterstützt die Auswahl geeigneter Kommunikationsmedien durch die Zuweisung von Kommunikationsmedien in die Dimensionen <i>Raum</i> (gleich oder unterschiedlich) und <i>Zeit</i> (synchron oder asynchron).
Media- Synchronicity- Theory Dennis und Valacich (1999)	Auswahl geeigneter Kom- munikations- medien	Aufbauend auf der Media-Richness-Theory erweitert die Media Synchronicity-Theorie die Auswahl geeigneter Kommunikationsmedien basierend auf fünf Merkmalen: <i>Feedback</i> , <i>Symbolvarietät</i> , <i>Parallelität</i> , <i>Editierbarkeit</i> und <i>Wiederverwendbarkeit</i> .
Medienmodell zur Kommunikation in der verteilten Produkt- entwicklung Grieb (2007)	Auswahl geeigneter Kom- munikations- medien	Das Medienmodell klassifiziert Situationen und Kommunikationsmedien der standortverteilten Entwicklung auf einem abstrakten Niveau und ermöglicht die Auswahl passender Kommunikationsmedien. Das Modell wurde von Walter, Rapp und Albers (2016b) weiterentwickelt.
Team Virtuality Kirkman und Mathieu (2005)	Konzeptua- lisierung von Virtualität als multi- dimensionales Konstrukt	Virtualität als multidimensionales Konstrukt basierend auf <i>Überschreitung von Grenzen</i> , <i>Anzahl an Teammitgliedern</i> , <i>Teamgröße</i> , <i>Aufgabenkomplexität</i> , <i>Kompetenzen</i> , <i>Vorhandensein von Tools</i> und <i>Stadium der Teamentwicklung</i> und ermöglicht die Zusammenarbeit von Teams im Kontinuum der Virtualität zu beschreiben.
Merkmalsmatrix standort- verteilter Entwicklungs- prozesse Gaul (2001)	Charakter- isierung von Eigenschaften standort- verteilter Entwicklungs- prozesse	Die Merkmalsmatrix standortverteilter Entwicklungsprozesse stellt 15 Merkmale und deren Ausprägungen zusammen, anhand derer sich der Verteilungszustand eines Entwicklungsprozesses beschreiben lässt.

Tabelle 2.8: Übersicht ausgewählter Ansätze zur Unterstützung der standortverteilten Produktentwicklung mit Fokus und Beschreibung (Teil 2)

Ansatz	Fokus	Beschreibung
Vorgehensmodell verteilter Produktentwicklung Gierhardt (2001)	Optimale Gestaltung des Verteilungszustands	Das Vorgehensmodell verteilter Produktentwicklung unterstützt die Nutzung des Potenzials globaler Produktentwicklung auf operativer Ebene durch die Anleitung zum optimalen Verteilungszustand im Entwicklungsprojekt.
PMC-Modell zur Beschreibung von kollaborativem Design Bavendiek, Huth et al. (2018)	Beschreibung der aktuellen Situation im kollaborativen Design und Bestimmung von zu unterstützenden Elementen	Das PMC-Modell beschreibt anhand der drei Layer <i>Prozess</i> , <i>Methoden</i> und <i>Tools</i> sowie Kompetenzen und Qualifikationen die aktuelle Situation im kollaborativen Entwicklungsprozess und befähigt die Auswahl von Elementen, die unterstützt werden müssen.
Virtual Team Maturity Model (VTMM) Friedrich und Keil (2017)	Teamprozesse zur Kompensation fehlender direkter Kommunikation	Das Virtual Team Maturity Model (VTMM) definiert basierend auf dem Lebenszyklus eines Teams 11 Meta-Prozesse, die dazu beitragen ein effektives virtuelles Projektteam zu formen.
Methodenevaluation zur Anwendung in standortverteilten Entwicklungssituationen Duehr et al. (2019)	Bestimmung der Eignung von Entwicklungsmethoden in standortverteilten Entwicklungssituationen	Basierend auf den sieben Faktoren Virtualität, Organisation, Entwicklungsaufgabe, Aktivität im Entwicklungsprozess, Team, Kommunikation und Technology wird die Auswahl geeigneter Methoden zur Anwendung in der vorherrschenden standortverteilten Entwicklungssituation unterstützt.

In der Übersicht der unterstützenden Ansätze lässt sich erkennen, dass die Ansätze unterschiedliche Fokusse aufweisen. Dementsprechend werden im Folgenden jeweils ein Ansatz zur Auswahl geeigneter Kommunikationstools, ein Ansatz zur Charakterisierung von standortverteilten Entwicklungsprozessen sowie letztlich ein Ansatz, der auf beidem aufbaut und die Bestimmung der Eignung von Entwicklungsmethoden in standortverteilten Entwicklungssituationen adressiert.

Die Anytime/Anyplace-Matrix nach O'Hara-Devereaux und Johansen (1996) ist eine Systematisierung von IKT zur Auswahl der geeigneten Medien basierend auf den beiden Dimensionen Zeit und Raum (vgl. Abbildung 2.15). Durch die Verknüpfung der Dimensionen wird eine Matrix erstellt, nach der eine Interaktion entweder am gleichen oder unterschiedlichen Ort zur gleichen Zeit (synchron) oder zu unterschiedlichen Zeiten (asynchron) stattfindet. Bezogen auf diese vier Situationen stellt die Matrix geeignete IKT dar. (Picot, Reichwald & Wigand, 1998)

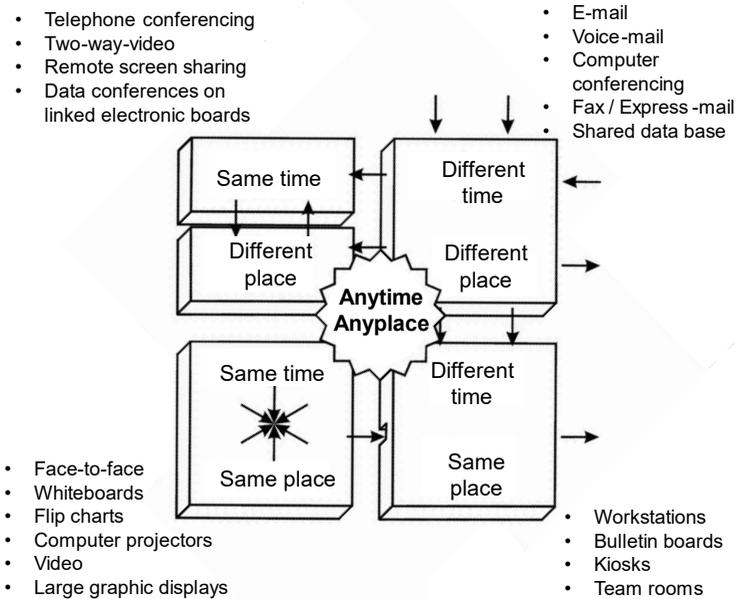


Abbildung 2.15: Die Anyplace/Anytime-Matrix nach O'Hara-Devereaux und Johansen (1996) zur Auswahl geeigneter Kommunikationsmedien in der standortverteilten Zusammenarbeit (Reichwald et al., 2000, S. 5)

Gaul (2001) stellt einen prozessbasierten Ansatz vor, anhand dessen standortverteilte Entwicklungskontexte mit 15 Merkmalen beschreibbar sind. Jedes Merkmal weist unterschiedliche Ausprägungen auf, die in einem morphologischen Kasten dargestellt sind (vgl. Abbildung 2.16). Die Merkmalsmatrix soll als Grundlage für die Optimierung standortverteilter Entwicklungsprozesse dienen, indem der Schwerpunkt der Betrachtung auf den Schnittstellen zwischen den verteilt zu bearbeitenden Aktivitäten liegt und eine Gestaltung dieser ermöglicht. (Gaul, 2001)

Aufbauend auf beiden Ansätzen ist es möglich, Empfehlungen für die Gestaltung standortverteilter Entwicklungsprojekte zu treffen.

Merkmale	Ausprägung		
Anzahl der Partner	2	> 2	unüberschaubar
Ort	anderer Raum	gleicher Raum	anderes Land
Zeit	parallel	sequentiell	Mischform
Sprache	gleich		unterschiedlich
Organisation	gleiche Organisations-einheit	gleiches Unternehmen	anderes Unternehmen
Größe der Organisation	Klein-unternehmen	mittleres Unternehmen	Groß-unternehmen
Intensität der Zusammenarbeit	integriert		lose verknüpft
Verteilung der Komponenten	nein		ja
Verteilung der Aufgaben	nein		ja
Anzahl der Schnittstellen	gering	mittel	hoch
Datenzugriff	möglich		nicht möglich
Kompetenz	hoch	mittel	gering
Kapazität	ausreichend		nicht ausreichend
Werkzeugkompatibilität	ja		nein
Methodenkompatibilität	ja		nein

Abbildung 2.16: Merkmalsmatrix standortverteilter Entwicklungsprozesse und ihre Ausprägungen zur Beschreibung des standortverteilten Entwicklungskontexts nach Gaul (2001)

Duehr et al. (2019) entwickelten ein Vorgehen zur Bestimmung der Eignung von Entwicklungsmethoden zur Anwendung in der standortverteilten Produktentwicklung basierend auf einem Beschreibungsmodell, welches 45 Attribute zur Beschreibung der standortverteilten Entwicklungssituation umfasst. Mit dem Vorgehen lässt sich die Abweichung zwischen der tatsächlichen Entwicklungssituation und den Mindestanforderungen der Methode in der jeweiligen Entwicklungssituation ermitteln. Abbildung 2.17 stellt beispielhaft einen Vergleich der Anforderungen einer Entwicklungsmethode mit der tatsächlich vorhandenen Entwicklungssituation dar. Liegt z.B. die Kurve der Methode außerhalb der Kurve der Entwicklungssituation, wird die Entwicklungssituation den Anforderungen der Methode nicht gerecht. (Duehr et al., 2019)

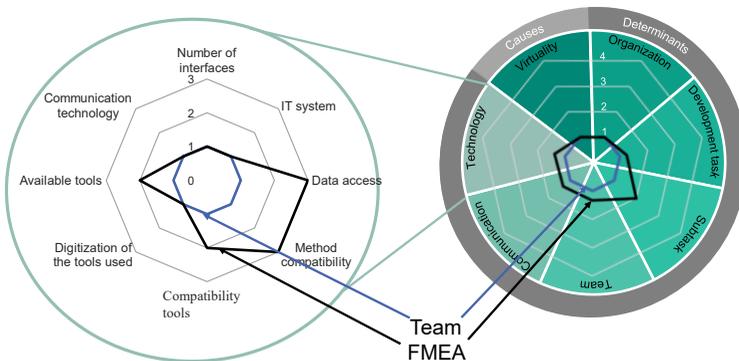


Abbildung 2.17: Beispielhafter Vergleich der Anforderungen einer Entwicklungsmethode mit der tatsächlich vorhandenen Entwicklungssituation anhand der FMEA (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) Methode (Duehr et al., 2019, S. 140)

2.5 Fazit

Zur Einführung in den Stand der Forschung wurden zunächst ein grundlegendes Verständnis der Produktentstehung geschaffen (vgl. Abschnitt 2.1). Im weiteren Verlauf wurde dargelegt, dass das Wissen über den Entwicklungskontext und die Faktoren, die die Entwicklungssituation definieren, unabdingbar für eine geeignete Ausgestaltung einer Entwicklungssituation in der standortverteilten Produktentwicklung sind. Die standortverteilte Produktentwicklung wird definiert als die Ausgestaltung der Phase der Produktentwicklung, innerhalb der die Kollaboration zur Durchführung der Produktentstehungsaktivitäten durch ein Handlungssystem gekennzeichnet ist, bei dem mindestens ein Individuum räumlich von den weiteren Individuen getrennt ist (Albers et al., 2022; IPEK, 2022a).

Der Mensch als Problemlöser in der Produktentwicklung erhält in der Ausführung der standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten unterstützende Hilfsmittel, wie beispielsweise Methoden zur Unterstützung der Problemlösung, Modelle zur Modellierung des Produktentstehungsprozesses und Ansätze zur Auswahl flexibler und strukturierender Elemente (vgl. Abschnitt 2.2), die jedoch auf die vorherrschende standortverteilte Entwicklungssituation angepasst werden müssen.

Dennoch stehen den Produktentwickelnden neben den Chancen der standortverteilten Produktentwicklung, wie bspw. die einfache Möglichkeit der

Bündelung von standortverteiltem Wissen (Gaul, 2001; Ivanov, 2017; Larsson et al., 2003; Zorn et al., 2021) Herausforderungen, wie bspw. Informationsverluste und eine reduzierte Frequenz des Informationsaustauschs durch fehlende informelle oder spontane Kommunikationsanteile (Herbsleb et al., 2000; Larsson et al., 2003; Stöger et al., 2007) gegenüber (vgl. Abschnitt 2.3). Um die standortverteilte Produktentwicklung erfolgreich zu gestalten, müssen die dargestellten Chancen gestärkt und die Herausforderungen frühzeitig erkannt und angegangen werden. Das eingeführte TOM-Modell unterstützt die ganzheitliche und nachhaltige Einbeziehung von Chancen und Herausforderungen aufgrund der ganzheitlichen Betrachtung der Gestaltungsdimensionen *Technologie*, *Organisation* und *Mensch* im Entwicklungsprozess. In der Analyse der Erfolgsfaktoren standortverteilter Produktentwicklung zeigt sich, dass die Kommunikation als zentraler Erfolgsfaktor in fast allen Literaturquellen eingeführt wird, wie beispielhaft von Ostergaard und Summers (2009, S. 63) dargestellt: „Communication can be regarded as a central factor in many group situations, but it is particularly important when a development team is distributed“. Es kann somit geschlossen werden, dass individuelle Chancen, Herausforderungen und Erfolgsfaktoren analysiert werden müssen, um eine geeignete Gestaltung der standortverteilten Entwicklungssituation zu bestimmen. Dies erfolgt entlang strukturierter Problemlösung. Wird dies nicht beachtet und systematisch angegangen, kann es zu Effizienz- und Effektivitätsverlusten im standortverteilten Produktentwicklungsprozess kommen. Zusätzlich müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, in denen die unterstützenden Methoden ihr volles Potenzial entfalten können. Dies adressiert vor allem Rahmenbedingungen, die es ermöglichen, Methoden, Prozesse und Tools individuell auf die Entwickelnden anzupassen und die Entwickelnden selbst in diesen Prozess zu integrieren.

In der Betrachtung der Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Aktivitäten der Produktentstehung zeigt sich kein einheitliches Bild (vgl. Abschnitt 2.4). Einheitliche Aussagen finden sich lediglich darüber, dass die Zusammenarbeit und die Kreativität im Team zentrale Themen der standortverteilten Produktentstehung darstellen (Stempfle & Badke-Schaub, 2002) und dass die Zusammenarbeit an einem Ort einfacher ist als die standortverteilte Zusammenarbeit (Silvia & Iryna, 2012). Zusammenfassend richtet sich diese Arbeit an die Aussage von Dillenbourg et al. (1996, S. 197): „... collaboration is in itself neither efficient nor inefficient“. Sie argumentieren, dass es Aufgabe der Forschung sei, die Bedingungen zu bestimmen, unter denen eine effiziente Zusammenarbeit möglich sei. Dementsprechend fehlt es an einer Methode, die Entwicklungsteams dabei unterstützt, die individuellen Randbedingungen des Unternehmens und die Produktentwicklungsaufgabe der standortverteilten Entwicklungssituation systematisch zu analysieren, um anschließend das Handlungssystem geeignet

ausgestalten zu können. Nur so können, in Anlehnung an Birkhofer et al. (2005), die Methoden, Prozesse und Tools auch in der standortverteilten Produktentwicklung ihr volles Potenzial entfalten (Duehr, Hirsch et al., 2020).

3 Forschungsbedarf und Zielsetzung

Im folgenden Kapitel wird der Forschungsbedarf hergeleitet. Darauf aufbauend wird die Zielsetzung der Arbeit dargestellt. Nachfolgend werden die Ableitung der Forschungshypothesen und die Operationalisierung dieser durch die Forschungsfragen vorgestellt. Abschließend werden im Kapitel die zur Beantwortung der Forschungsfragen verwendete Forschungsmethodik sowie die verwendeten Untersuchungsmethoden dargelegt.

3.1 Forschungsbedarf

Durch die Zusammenarbeit von standortverteilten Produktentwicklungsteams wird das für die Entwicklung von Advanced Systems benötigte, domänenübergreifende Wissen innerhalb eines Unternehmens gebündelt und in gemeinsamen Analyse- und Syntheseaktivitäten in den Produktentstehungsprozess integriert. Die dargestellten Studien im Stand der Forschung zeigen, dass es kein einheitliches Verständnis der Auswirkungen der Änderung von standortgebundener zu standortverteilter Zusammenarbeit auf die Produktentstehungsaktivitäten und deren Ergebnisse gibt. Jedoch zeigt sich, dass die neue Art der Zusammenarbeit die Produktentwicklungsteams vor zum Teil bisher unbekannte Herausforderungen stellt. Diese Herausforderungen müssen identifiziert und angegangen werden, damit mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität der Produktentstehungsaktivitäten minimiert werden können. Um die, durch die Herausforderungen entstehenden, negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität zu vermeiden, müssen kontinuierlich Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung aufgedeckt, deren Gründe, Herkünfte und Ursachen analysiert sowie Maßnahmen zur Adressierung der Verbesserungspotenziale identifiziert und umgesetzt werden. Die Literatur zeigt, dass es bereits verschiedene Ansätze zur Unterstützung und Verbesserung der Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams gibt. Diese sind jedoch derzeit nicht auf die Besonderheiten standortverteilter Produktentwicklungsteams ausgerichtet. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Vielfältigkeit der Einflussfaktoren auf die standortverteilte Zusammenarbeit aus den Bereichen *Mensch*, *Technologie* und *Organisation* im gesamten Prozess der Verbesserung der Zusammenarbeit adressiert wird. Da im Verständnis der KaSPro jeder Entwicklungsprozess einzigartig und individuell ist (Albers, 2010), gilt es, die Verbesserungspotenziale basierend auf der individuellen Situation des

Entwicklungsteams im Entwicklungsprozess zu bestimmen. Der Fokus der Verbesserungspotenziale liegt in dieser Arbeit auf der Zusammenarbeit von Teams innerhalb einer Organisation.

Um den identifizierten Forschungsbedarf abzusichern, wurde eine Studie mit 24 Mitgliedern des vom BMBF geförderten Forschungsprojektes MoSyS¹ sowie des Fachausschusses für agile Entwicklung mechatronischer Systeme des VDI durchgeführt. Die Teilnehmenden wurden basierend auf einer fünf-stufigen Likert-Skala nach ihren Einschätzungen zu gegebenen Aussagen befragt wurden. Die Zusammensetzung der Teilnehmenden kann im Anhang A eingesehen werden. Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Studie wurden, wie angegeben, auf Fachkonferenzen veröffentlicht (Duehr, Grimminger, Rapp & Bursac, 2022) und waren Gegenstand einer durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeit (Grimminger, 2021).

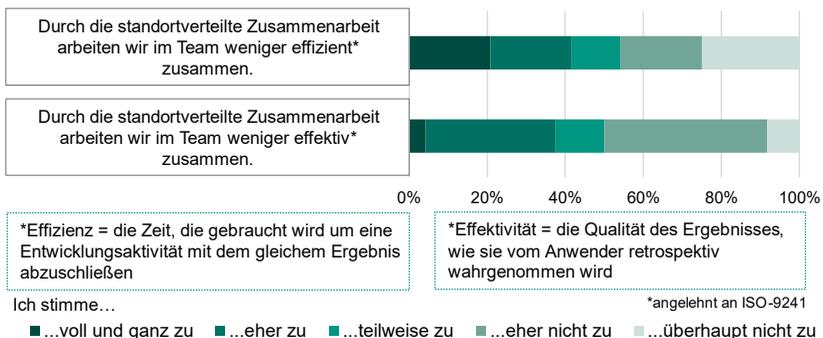


Abbildung 3.1: Auswertung der Aussagen (n = 24) bzgl. der Auswirkung der standortverteilten Zusammenarbeit auf Effizienz und Effektivität zeigt große Streuung und somit sehr individuell wahrgenommene Auswirkungen. Angepasste Darstellung nach Duehr und Grimminger et al. (2022) und Grimminger (2021)²

¹ MoSyS - Menschenorientierte Gestaltung komplexer Systems of Systems ist ein über drei Jahre laufendes Verbundprojekt aus der Fördermaßnahme „Beherrschung der Komplexität soziotechnischer Systeme – Ein Beitrag zum Advanced Systems Engineering für die Wertschöpfung von morgen (PDA_ASE)“ im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ und wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Unter der Verwendung der vereinfachten Definition von Effizienz und Effektivität angelehnt an die DIN EN ISO 9241-11:2018-11 (vgl. Abschnitt 2.3.4) zeigt die große Streuung in Abbildung 3.1, dass die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit von den Teilnehmenden der Umfrage sehr unterschiedlich wahrgenommen werden. Dies bestätigt die Schlussfolgerung, dass die Auswirkungen sehr individuell sind und von verschiedenen Faktoren, wie bspw. der Unternehmenskultur, der Position im Unternehmen und auch durch die Erfahrung mit standortverteilter Zusammenarbeit beeinflusst werden. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

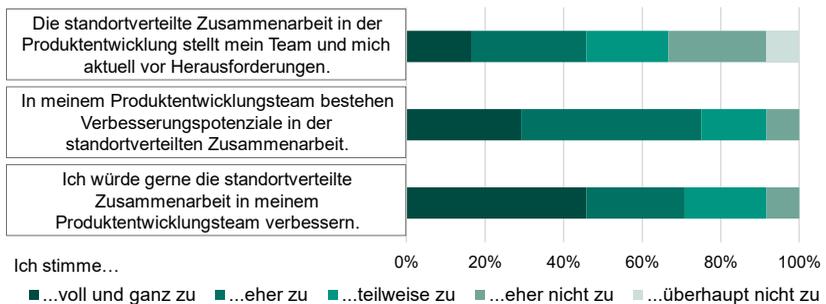


Abbildung 3.2: Auswertung der Aussagen (n = 24) bzgl. der Herausforderungen und Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit sowie deren allgemeiner Verbesserung zeigt übergreifend Verbesserungspotenziale. Angepasste Darstellung nach Duehr und Grimminger et al. (2022) und Grimminger (2021)³

Abbildung 3.2 zeigt, dass auch das Auftreten von Herausforderungen in der standortverteilten Zusammenarbeit sehr unterschiedlich wahrgenommen wird. Viele der Teilnehmenden sehen Verbesserungspotenziale in der standortverteilten Zusammenarbeit, was zusätzlich dadurch bestätigt wird, dass die Mehrheit ihre standortverteilte Zusammenarbeit im Produktentwicklungsteam verbessern möchte. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

Die Auswertung der Umfrage in Abbildung 3.3 zeigt, dass der Bedarf nach einer Unterstützung zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen

³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

bestätigt werden kann, da die Teams bisher nicht ausreichend unterstützt werden. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

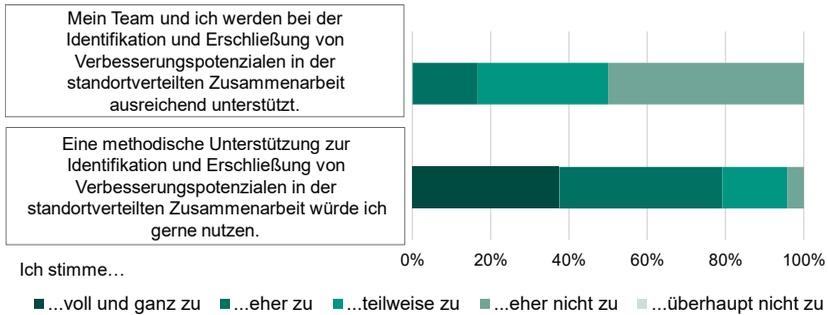


Abbildung 3.3: Auswertung der Aussagen (n = 24) bzgl. der Herausforderungen und Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit sowie deren allgemeiner Verbesserung bestätigt den Bedarf nach einer Unterstützung. Angepasste Darstellung nach Duehr und Grimminger et al. (2022) und Grimminger (2021)⁴

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass der Bedarf nach einer Unterstützung von Produktentwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen in der standortverteilten Zusammenarbeit basierend auf der individuell vorherrschenden Entwicklungssituation innerhalb einer Organisation besteht.

3.2 Zielsetzung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung einer Methode, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit basierend auf der individuellen Entwicklungssituation innerhalb einer Organisation zu identifizieren und zu erschließen.

Die Methode soll die Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung (vgl. Abschnitt 4.2) aufgreifen und zusätzlich von den Produktentwicklungsteams auf ihre

⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

individuelle Situation im Entwicklungsprozess anpassbar sein. Dazu sollen die folgenden Teilziele erreicht werden:

- Analyse, auf welche Produktentstehungsaktivitäten die Änderung von standortverteilter zu standortgebundener Zusammenarbeit negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität aufweist
- Analyse der Ursachen für die negativen Auswirkungen und damit für die hohe Kritikalität
- Analyse, wie und anhand welcher erfolgsrelevanten Einflussfaktoren, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung innerhalb einer Organisation identifiziert und erschlossen werden können, um die individuellen negativen Auswirkungen zu minimieren.

Diese Erkenntnisse sollen in der EDiT-Methode (Enabling Distributed Teams), zusammengefasst und Entwicklungsteams für eine nutzerzentrierte und situationsadäquate Methodenanwendung zugänglich gemacht werden. Um die Akzeptanz, die Anwendbarkeit, sowie den Beitrag zum Erfolg der Methode in der unternehmerischen Entwicklungspraxis sicherzustellen, soll die Methode dabei im Methodenentstehungsprozess frühzeitig und inkrementell in unterschiedlichen Validierungsumgebungen validiert werden. Die eingeführten Begriffe werden wie folgt für diese Arbeit definiert:

Definition 7: Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung

Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung sind Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams. Sie bieten eine Grundlage, mögliche negative Auswirkungen zu identifizieren und zu minimieren. Die Analyse dieser Faktoren gibt die Kritikalität standortverteilter Produktentstehungsaktivitäten an.

Definition 8: Erfolgsrelevante Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung

Erfolgsrelevante Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung sind Stellhebel, die den Erfolg standortverteilter Produktentstehungsprozesse maßgeblich beeinflussen. Durch die situationsadäquate Bestimmung der geeigneten Ausprägung der Einflussfaktoren werden Verbesserungspotenziale erschlossen und damit die negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität minimiert.

3.3 Forschungshypothese und Forschungsfragen

Dem vorgestellten Ziel folgt die Forschungshypothese, die in dieser Arbeit verifiziert bzw. falsifiziert werden soll.

Zentrale Forschungshypothese dieser Arbeit

Durch die Anwendung, der in dieser Arbeit entwickelten Methode lassen sich individuelle Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in den Produktentwicklungsaktivitäten innerhalb einer Organisation durch die Analyse der Kritikalität sowie der situationsadäquaten Bestimmung der geeigneten Ausprägung erfolgsrelevanter Einflussfaktoren identifizieren und erschließen.

Abgeleitet aus dem vorgestellten Forschungsbedarf und der definierten Forschungshypothese werden folgende Forschungsfragen zur Strukturierung dieser Arbeit verwendet:

1. Welche Faktoren beschreiben die Kritikalität standortverteilter Produktentwicklungsprozesse und mit welchen Einflussfaktoren kann ein Entwicklungsteam die Kritikalität positiv beeinflussen?
2. Wie ist eine Methode zu gestalten, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, individuelle Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit basierend auf der Kritikalität standortverteilter Produktentwicklungsprozesse zu identifizieren und zu erschließen?
3. Welchen Beitrag liefert die Anwendung der Methode hinsichtlich der Identifikation und Erschließung von individuellen Verbesserungspotenzialen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung?

3.4 Forschungsmethodik

Blessing und Chakrabarti (2009) beschreiben die Erstellung einer Methode zur Unterstützung von Produktentwicklungsprozessen als eine eigene Entwicklungsaufgabe. Eine Methode enthält dabei Hilfsmittel, Werkzeuge und Maßnahmen, die zu einer Verbesserung von Entwicklungsprozessen eingesetzt werden können. Sie umfasst Empfehlungen, wie Entwicklungsaufgaben durchgeführt werden sollen, welche unter anderem Strategien, Methoden, Vorgehensweisen, Techniken, Tools und Richtlinien beinhalten. (Blessing & Chakrabarti, 2009)

Um eine strukturierte Vorgehensweise zur Entwicklung der Methode darlegen zu können, wurde zur Strukturierung dieser Forschungsarbeit der Ansatz der DRM – Design Research Methodology (Blessing & Chakrabarti, 2009) verwendet.

3.4.1 Forschungsstadien und Struktur der Arbeit

Die DRM nach Blessing und Chakrabarti (2009) als generischer Ansatz für designorientierte Forschungsvorhaben hat zum Ziel, Forscher bei der Strukturierung und Durchführung des Vorhabens zu unterstützen. Die DRM basiert dabei auf vier aufeinander aufbauenden, iterativ durchführbaren Stadien: Klärung des Forschungsgegenstands, Deskriptive Studie I, Präskriptive Studie und die Deskriptive Studie II. Die Untersuchungen der vorliegenden Forschungsarbeit werden anhand der DRM, wie in Abbildung 3.4 dargestellt, strukturiert. Zusätzlich werden die verwendeten Methoden und die erzielten Ergebnisse dargestellt.

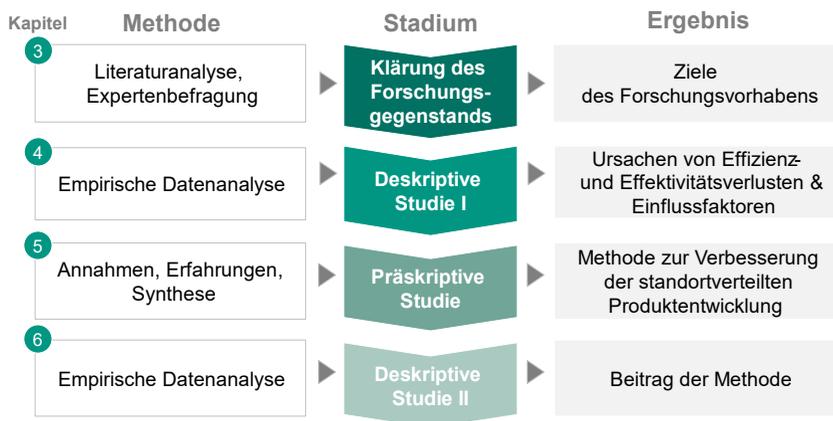


Abbildung 3.4: Forschungsstadien nach der DRM in dieser Arbeit einschließlich Kapitelzuordnung, verwendeter Forschungsmethoden und Kernergebnissen angelehnt an Blessing und Chakrabarti (2009)

Die vier Stadien der DRM werden in dieser Forschungsarbeit wie folgt bearbeitet:

- Die **Klärung des Forschungsgegenstands** wird in Kapitel 1, 2 und 3 beschrieben. Die Analyse der empirischen Studien zur Zusammenarbeit in der standortverteilten Produktentwicklung zeigen systematisch den Status Quo hinsichtlich der Zusammenarbeit von Produktentwickelnden in standortverteilten Teams. Dadurch können Aussagen über die Bedarfe im Themengebiet der Zusammenarbeit in der standortverteilten

Produktentwicklung getroffen werden. Beim betrachteten Forschungsgegenstand handelt es sich um die Entwicklung einer Methode für die Befähigung standortverteilt zusammenarbeitender Entwicklungsteams zur Analyse und Erschließung individueller Verbesserungspotenziale mit dem Ziel, die Kritikalität standortverteilter Produktentstehungsaktivitäten durch die korrekte Einstellung der Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zu verringern.

- Die Beschreibung der **Deskriptiven Studie I** erfolgt in Kapitel 4. Ziel dieses Stadiums ist die Erstellung und Validierung des Zielsystems an eine Methode zur Adressierung des beschriebenen Forschungsgegenstands. Das Ergebnis der ersten deskriptiven Studie umfasst dabei die Analyse von Ursachen negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität der Produktentstehungsaktivitäten bei der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams, die Identifikation der Einflussfaktoren, mithilfe derer die negativen Auswirkungen minimiert werden können, sowie der Ableitung von Zielsystemelementen der zu entwickelnden Methode.
- Die Entwicklung und Beschreibung der Methode basierend auf dem zuvor definierten Zielsystem erfolgt in der **Präskriptiven Studie** in Kapitel 5. Die Methode umfasst unterstützenden Hilfsmittel, Anleitungen und Tools.
- Die Validierung der entwickelten Methode wird in der **Deskriptiven Studie II** in Kapitel 6 durch mehrere Anwendungsstudien beschrieben und erläutert. Die Validierung erfolgt sowohl in Feld-, Live-Lab- als auch in Laboranwendungen und zählt zudem als initiale Einführung und Verbreitung der entwickelten Methode.

Die vier beschriebenen generischen Stadien können in unterschiedlichem Umfang in Abhängigkeit des Forschungsvorhabens durchlaufen werden. Die einzelnen Stadien werden dabei nicht nur rein sequenziell, sondern auch parallel und iterativ von Anfang an durchlaufen. Blessing und Chakrabarti (2009) unterscheiden dabei sieben unterschiedliche Typen von Forschungsprojekten, bei denen die verschiedenen Studien in den Stadien *literatur-basiert*, *umfassend* und *initial* durchlaufen werden können (siehe Tabelle 3.1). Eine umfassende Studie enthält neben der Analyse rein literatur-basierter Ergebnisse auch Syntheseergebnisse, die durch den Forschenden selbst entstehen. Initiale Studien umfassen im Gegensatz zu umfassenden Studien nur oberflächliche Betrachtungen der Themen. Das vorliegende Forschungsvorhaben ist dem Typ 5 zuzuordnen.

Tabelle 3.1: Mögliche Forschungstypen nach Blessing und Chakrabarti (2009, S. 16) und Einordnung dieser Arbeit

Typ	Klärung des Forschungsgegenstands	Deskriptive Studie I	Präskriptive Studie	Deskriptive Studie II
1	Literatur-basiert	→ Umfassend		
2	Literatur-basiert	→ Umfassend	→ Initial	
3	Literatur-basiert	→ Literatur-basiert	→ Umfassend	→ Initial
4	Literatur-basiert	→ Literatur-basiert	→ Literatur-basiert Initial / Umfassend	→ Umfassend
5	Literatur-basiert	→ Umfassend	→ Umfassend	→ Initial
6	Literatur-basiert	→ Literatur-basiert	→ Umfassend	→ Umfassend
7	Literatur-basiert	→ Umfassend	→ Umfassend	→ Umfassend

3.4.2 Iteratives Vorgehen zur kontinuierlichen und frühen Validierung

Mit der Validierung als wichtigste Aktivität, in der Wissen über die entwickelte Methode generiert wird, wurde in dieser Arbeit ein besonderer Fokus auf die frühe und kontinuierliche Validierung gelegt. Dadurch wird eine iterative Vorgehensweise bei der Erstellung der Methode, mit dem Fokus auf der ziel- und reifegradabhängigen Durchführung von Validierungsaktivitäten, adressiert. In jeder Validierungsiteration werden Aussagen über die verwendeten Bewertungstypen getroffen sowie Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung der Methode durch den Abgleich des aktuellen Anwendernutzens der Methode abgeleitet. Dazu wurde ein Validierungsvorgehen entwickelt. Um das gesamte Spektrum der empirischen Studien abzudecken und somit Ergebnisse mit hoher interner und externer Validität zu generieren, wird die EDiT-Methode in drei Spektren von Validierungsumgebungen angewendet und validiert: Labor, Live-Lab und Feld. Die geplanten Validierungsiterationen werden in Abbildung 3.5 in ihrer chronologischen Reihenfolge der Durchführung unterteilt in frühe, mittlere und späte Validierungsiterationen dargestellt.

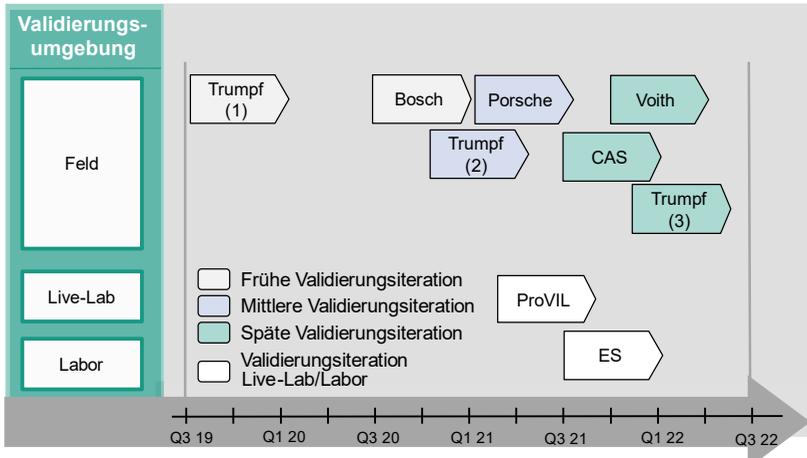


Abbildung 3.5: Zeitliche Einordnung der Validierungsiterationen über die drei Validierungsumgebungen Feld, Live-Lab und Labor. Feldstudien jeweils unterteilt in frühe, mittlere und späte Validierungsiterationen (ES = Entwicklungssimulator)

Grundlage der kontinuierlichen Validierung der EDiT-Methode stellen die von Blessing und Chakrabarti (2009) definierten Bewertungstypen für eine Entwicklungsmethode dar: Bewertung der Unterstützungsleistung, Bewertung der Anwendbarkeit und Bewertung des Erfolgsbeitrags (vgl. Abbildung 3.6). Die *Bewertung der Unterstützungsleistung* dient der Überprüfung der Unterstützung durch die entwickelte Methode hinsichtlich ihrer Funktionalität und adressiert damit die Verifikation. Dabei werden in der Bewertung die Eigenschaften der Unterstützungsleistung kontinuierlich mit den anfangs festgelegten Zielen abgeglichen, um Widersprüche und Fehler aufzuzeigen, die die Durchführbarkeit der Unterstützung verhindern könnten. Die nachfolgende *Bewertung der Anwendbarkeit* stellt die erste Stufe Validierung in der Deskriptiven Studie II dar. Dabei wird die Anwendbarkeit der erarbeiteten Methode gegenüber den festgelegten Kriterien der Anwendbarkeit geprüft. Diese kann den intuitiven Umgang, die Akzeptanz und das Vertrauen in die Methode umschließen. In der abschließenden *Bewertung des Erfolgsbeitrags* wird der Erfolg der entwickelten Methode abgefragt. Im Gegensatz zur *Bewertung der Anwendbarkeit* wird nicht überprüft, ob die Methode die gestellten Anforderungen erfüllt, sondern *wie* die Methode die gestellten Anforderungen erfüllt.



Abbildung 3.6: Bewertung der Unterstützungsleistung, der Anwendbarkeit und des Erfolgsbeitrags interpretiert für diese Arbeit nach Blessing und Chakrabarti (2009)

Basierend auf den Modellierungsrichtlinien der DRM (Blessing & Chakrabarti, 2009, S. 59) und den Erkenntnissen aus der Research Clarification wurde ein *Initial Impact Model* zur Darstellung der Zielrelationen für die zu entwickelnde Methode erstellt (vgl. Abbildung 3.7). Die Qualität der methodischen Unterstützung durch die EDiT-Methode stellt im Forschungsvorhaben den *Design Support* dar. Die Verringerung der negativen Auswirkungen, wie im Ziel der Arbeit formuliert, beschreibt den *Success Factor* des Forschungsvorhabens. Als *Measurable Success Factors* werden die beiden Bestandteile der Problemdefinition, das Identifizieren und das Erschließen der Verbesserungspotenziale, verwendet. Diese bilden die Grundlage für die kontinuierliche Bewertung des Erfolgsbeitrags der EDiT-Methode. Die Herleitung des Zielmodells wurde in der von der Autorin der Arbeit co-betreuten Abschlussarbeit von Kopp (2021)⁵ erarbeitet und in Duehr, Kopp, Rapp und Albers (2022) veröffentlicht.

⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

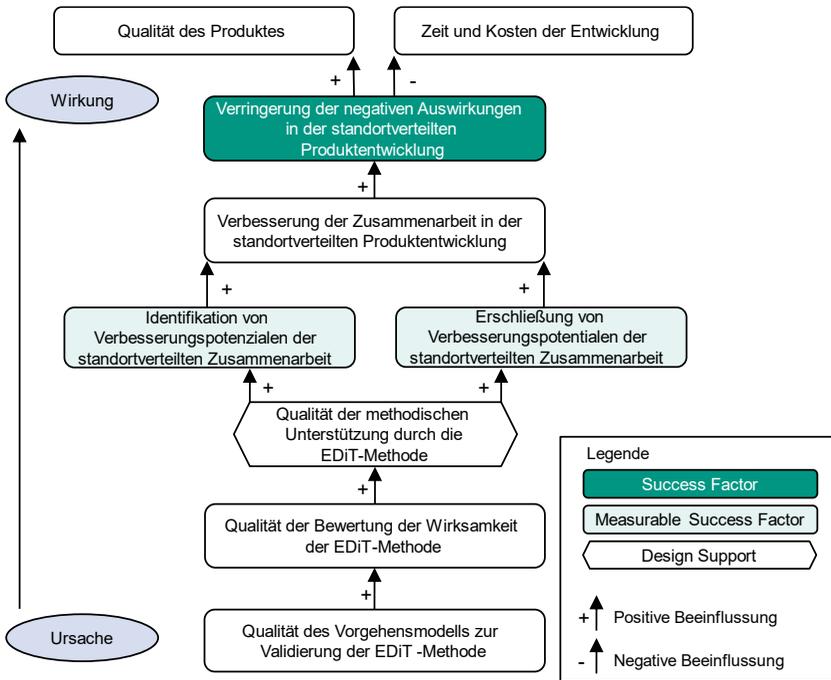


Abbildung 3.7: Zielmodell für das Vorgehensmodell zur Validierung der EDiT-Methode. Angepasste Darstellung aus Kopp (2021)⁶ und Duehr et al. (2022)

Die iterative Validierung von Entwicklungsmethoden birgt Herausforderungen wie bspw. eine erschwerte Vergleichbarkeit der Validierungsergebnisse oder ein erhöhter Einsatz von Ressourcen mit sich. Die Vergleichbarkeit wurde durch die Einführung eines Vorgehensmodells zur einheitlichen Durchführung der Validierungsiterationen bedient. Zusätzlich ermöglicht die Durchführung der Validierung im Live-Lab und in einer labornahen Entwicklungsumgebung die Validierung der bisher getroffenen Verbesserungen der Methode. Der erhöhte Ressourceneinsatz wird durch die Einbindung von Abschlussarbeiten in die Forschungsarbeit angegangen.

Zur einheitlichen Durchführung der Validierungsiterationen wurde ein Vorgehensmodell entwickelt. Den modelltheoretischen Rahmen für das

⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Vorgehensmodell bildet das im Stand der Forschung eingeführte Modell des erweiterten ZHO-Tripels. Die Einordnung der Validierung sowie der Weiterentwicklung der EDiT-Methode in die Elemente des erweiterten ZHO-Modells im Produktentstehungsprozess in Anlehnung an Albers, Behrendt, Klingler und Matros (2016, S. 545) zeigt Abbildung 3.8.

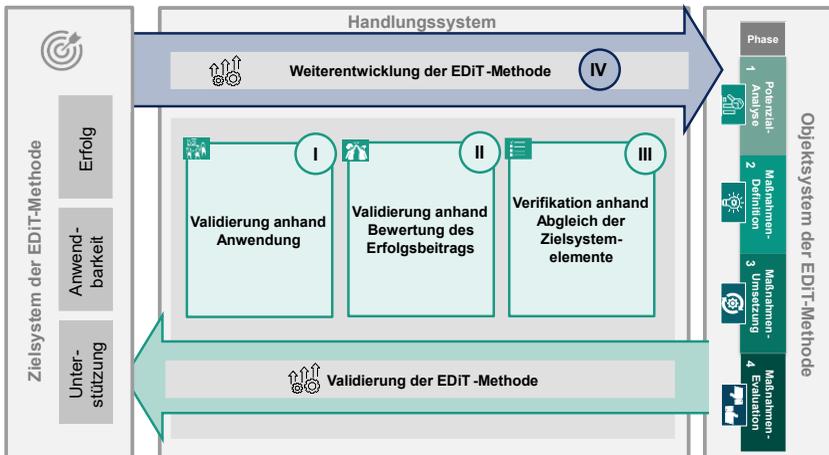


Abbildung 3.8: Vorgehensmodell zur Validierung der EDiT-Methode anhand der drei Kategorien der Validierung (I-III) sowie die Weiterentwicklung der EDiT-Methode (IV). Übersetzte Darstellung aus Duehr und Grimminger et al. (2022)

Dabei beschreibt das Modell die Validierung und Weiterentwicklung des Objektsystems der EDiT-Methode als kontinuierliche Interaktion des Objektsystems mit deren Zielsystem über die Bestandteile der Validierung und Weiterentwicklung im Handlungssystem. Somit wird der iterative Charakter der Validierung und Weiterentwicklung der EDiT-Methode verdeutlicht. Das Zielsystem der EDiT-Methode ist hierbei veränderlich und wird im Rahmen der Validierungsiterationen stetig erweitert und konkretisiert. Das Objektsystem der EDiT-Methode besteht aus den zu dem Zeitpunkt der Validierung bereits vorhandenen Inkrementen der EDiT-Methode wie z.B. Vorgehensweisen, Checklisten, Handlungsempfehlungen, Leitfäden, Tools und Beispielen. Als weiterer zentraler Bestandteil enthält das Zielsystem der EDiT-Methode die zum selbigen Zeitpunkt bereits identifizierten mentalen Vorstellungen und Restriktionen der Methode, definierte Anforderungen an die Methode sowie die bereits ermittelten Bedürfnisse der Entwicklungspraxis. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

Basierend auf dem Zielsystem der EDiT-Methode wird der Validierungsfokus der Iteration, die geeignete Validierungsumgebung sowie der Testfall bestimmt. Durch die *Weiterentwicklung der EDiT-Methode* im Handlungssystem wird das veränderte Zielsystem kontinuierlich in das Objektsystem überführt, wodurch neue Inkremente der EDiT-Methode entstehen. Somit wird die EDiT-Methode iterativ erweitert und verbessert. Durch das im Folgenden beschriebene Vorgehen der Validierung werden Verbesserungspotenziale zur Weiterentwicklung dieser beiden zentralen Bestandteile identifiziert. So werden das Objektsystem der EDiT-Methode sowie ihr Zielsystem durch die Validierung iterativ weiterentwickelt und konkretisiert.

Die Validierung der EDiT-Methode basiert in jeder Validierungsiteration auf den drei Kategorien der Validierung:

- die Validierung anhand Anwendung,
- die Validierung anhand Bewertung des Erfolgsbeitrags sowie
- die Verifikation anhand Abgleich der Zielsystemelemente der Entwicklungsmethode.

In der ersten Kategorie, der *Validierung anhand Anwendung*, wird die Anwendung der vorhandenen Inkremente des Objektsystems in der Validierungsiteration definiert und durchgeführt, um die Anwendbarkeit der EDiT-Methode nachzuweisen. Somit liegt der Fokus dieser Kategorie auf dem Prozess der Anwendung, weshalb die vier Phasen der EDiT-Methode in dieser Kategorie im Detail vorgestellt werden. Darüber hinaus werden die benötigten Ressourcen zur Anwendung der EDiT-Methode dokumentiert. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

In der Kategorie der *Validierung anhand Bewertung des Erfolgsbeitrags* wird das Ziel verfolgt festzustellen, ob die Entwicklungsmethode den erwarteten Anwendernutzen erzielt. Im Fall der EDiT-Methode wird daher ermittelt, ob durch deren Anwendung die standortverteilte Zusammenarbeit verbessert wird und somit die EDiT-Methode erfolgreich ist. Im Fokus der Bewertung des Erfolgsbeitrags steht die Zielstellung der Methode, dass sie standortverteilte Entwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen befähigt, um den individuellen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität entgegenzuwirken. Folglich umfasst diese Kategorie die Identifikation und Auswahl von messbaren Variablen sowie Störvariablen, die Erhebung und Dokumentation der Variablen sowie die Auswertung der Ergebnisse. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

Die letzte Kategorie, die *Verifikation anhand Abgleich der Zielsystemelemente*, stellt ein vergleichendes Element innerhalb verschiedener Validierungsiterationen der

EDiT-Methode dar. Dabei beinhaltet diese Kategorie den subjektiven Abgleich von *Zielsystemelementen* der Unterstützungsleistung, der Anwendbarkeit sowie des Erfolgsbeitrags der EDiT-Methode. Neben einer Überprüfung des Erfüllungsgrads jeder *Zielsystemelemente* können zudem stetig weitere Handlungsempfehlungen sowie Verbesserungspotenziale der EDiT-Methode abgeleitet werden. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

3.4.3 Überblick über die verwendeten Forschungsmethoden und - Umgebungen

Für das Erreichen der Zielsetzung dieser Arbeit und damit zur Beantwortung der Forschungsfragen finden in den verschiedenen Stadien unterschiedliche Forschungsmethoden in unterschiedlichen Forschungsumgebungen Anwendung. Dabei kommt es auch zu Kombinationen von mehreren Forschungsmethoden in den einzelnen Stadien. Abbildung 3.9 zeigt einen Überblick über die verwendeten Forschungsmethoden.

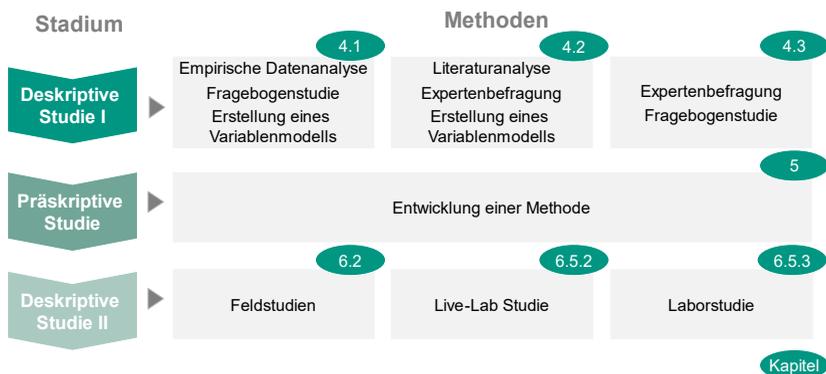


Abbildung 3.9: Überblick der in den Stadien verwendeten Forschungsmethoden und deren Zuordnung zu den Kapiteln und Abschnitten dieser Arbeit

Die Beschreibung der verschiedenen Forschungsmethoden findet in den zugehörigen Kapiteln (Kapitel 4 bis 5.3) statt. Dabei werden die Auswahl, die detaillierte Beschreibung sowie die Diskussion des Studiendesigns fokussiert. Blessing und Chakrabarti (2009, S. 239–382) stellen eine detaillierte Übersicht an Forschungsmethoden bereit. Zur Auswahl der passendsten Forschungsmethode zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde die Fragen-Methoden-Matrix (Blessing & Chakrabarti, 2009, S. 106–109) angewendet. Im Mittelpunkt der Matrix

steht die Gegenüberstellung des Nutzens und Aufwands für den Forschenden sowie für die beteiligten Personen. Marxen (2014) stellt darüber hinaus ein konkretisiertes Framework als Unterstützung für Forschende zu Methoden der Konstruktionsunterstützung, aufbauend auf der DRM und der Struktur des iPeM, bereit. Das Framework enthält zusätzlich auch Methoden aus weiteren Fachdisziplinen, die in der entwicklungsmethodischen Praxis zur Anwendung kommen können.

Die empirische Forschung in dieser Arbeit soll ein breites Spektrum an Forschungsumgebungen abdecken, um den Kompromiss zwischen interner und externer Validität zu adressieren (Roe & Just, 2009). Das Live-Lab als Forschungsumgebung gleicht die Nachteile von Labor- und Feldstudien aus und ermöglicht die Erforschung von Produktentwicklungsprozessen, -methoden und -werkzeugen unter realitätsnahen Randbedingungen unter gleichzeitiger hoher Kontrollierbarkeit der Einflussfaktoren (Albers, Bursac, Walter, Hahn & Schröder, 2016; Albers, Walter, Wilmsen & Bursac, 2018). In der vorliegenden Arbeit wird das Live-Lab ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor als Forschungsumgebung verwendet. Im Live-Lab ProVIL erarbeiten ca. 60 Studierende in Teilzeit in vier Monaten Produktkonzepte mit hohem Innovationspotenzial für eine jährlich wechselnde Entwicklungsaufgabe eines Unternehmenspartners (Albers, Bursac et al., 2016). Die Studierenden arbeiten in Teams mit acht Personen interdisziplinär und standortverteilt zusammen. Die Ergebnisse der Teams werden an vier Meilensteinen dem Unternehmenspartner vorgestellt, der die Ergebnisse bewertet. Abbildung 3.10 zeigt die Phasen des Referenzprozesses inklusive der Aktivitäten in den einzelnen Phasen des Live-Labs ProVIL.

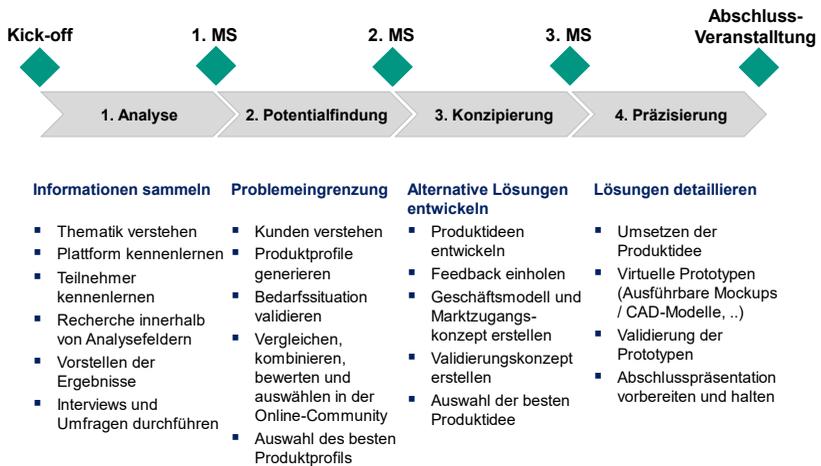


Abbildung 3.10: Phasen und Aktivitäten des Referenzprozesses im Live-Lab ProVIL. Angepasste Darstellung aus Albers und Bursac et al. (2016)

Als Laborumgebung wird der Entwicklungssimulator nach Omidvarkarjan, Conrad, Herbst, Klahn und Meboldt (2020) sowie Hofelich et al. (2021) verwendet. Im Entwicklungssimulator wird ein Produktentwicklungsprojekt in zwei Sprints innerhalb von zwei Tagen simuliert. Je vier bis sieben Teilnehmende entwickeln eine Drahtbiegemaschine, sodass sie dreidimensionale Drahtmodelle herstellen kann. Dies erfordert Aufgaben wie Programmierung, Konstruktion, Laserschneiden und Fertigung. Die Teilnehmenden arbeiten dabei standortverteilt zusammen. Die Ergebnisse werden am Ende durch den Studiendurchführenden bewertet. Abbildung 3.11 zeigt die Phasen des Entwicklungssimulators inklusive der Aktivitäten in den einzelnen Phasen.

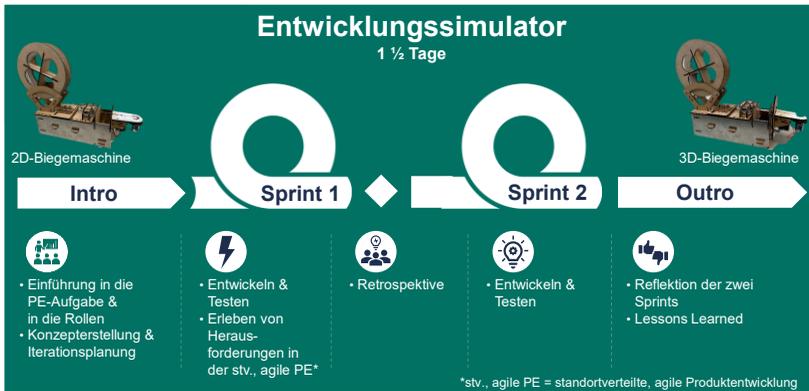


Abbildung 3.11: Phasen und Aktivitäten des Entwicklungssimulators. Angepasste Darstellung aus Beck (2021)⁷

Zur Auswertung der Effekte der Anwendung der EDiT-Methode auf die *Measurable Success Factors* (vgl. Abschnitt 3.4.2) in den Feld-, Live-Lab- und Laborstudien wird die statistische Relevanz des Effekts berechnet. Im Ergebnisteil dieser Arbeit wird zur Analyse der Signifikanz des Effekts der EDiT-Methode innerhalb einer Gruppe die nicht-parametrische Alternative des t-Tests, der Einstichproben-Wilcoxon-Test, verwendet. Dieser Test wird gewählt, da eine ausreichend große Stichprobe für den t-Test in den einzelnen Validierungsiterationen nicht sicherzustellen ist und damit von keiner Normalverteilung ausgegangen werden kann (Kline, 2004). Zur Analyse der statistischen Relevanz des Effekts der EDiT-Methode auf die Testgruppen im Vergleich zu den Kontrollgruppen, die die EDiT-Methode nicht angewendet haben, wird der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Zur Berechnung der Effektstärken gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zu den bekanntesten, und in dieser Arbeit verwendeten Vorgehen, gehört der Korrelationskoeffizient r von Pearson und die Effektstärke d von Cohen's d (Cohen, 1992). Der Pearson-Korrelationskoeffizient r wird zur Berechnung der Effektstärke des Einstichproben-Wilcoxon-Tests verwendet und wird, wie in Gleichung 3.1 angegeben, mit z als Standardabweichung des Mittelwerts und N als Gruppengröße berechnet.

$$r = \frac{z}{\sqrt{N}} \tag{3.1}$$

⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Cohen's d ist ein Maß der Effektstärke, welches die Abweichung der Mittelwerte (m_A und m_B) zum quadratischen Mittel der Standardabweichung ($\sigma^2_A + \sigma^2_B$) zwischen Test- und Kontrollgruppen angibt (Cohen, 1988) (vgl. Gleichung 3.2).

$$d = \frac{m_A - m_B}{\sqrt{\frac{\sigma_A^2 + \sigma_B^2}{2}}} \quad 3.2$$

Die Überschneidung bzw. Nicht-Überschneidung der Verteilungskurven gibt die Stärke des Effekts an. Die Effektstärken nach Cohen (1992) unterscheiden sich für die verwendeten Maße und werden, wie in Tabelle 3.2 dargestellt, definiert und verwendet.

Tabelle 3.2: Die beiden in dieser Arbeit verwendeten Indizes für die Effektstärken nach Cohen (1992)

Index	Effektgröße		
	Klein	Mittel	Groß
d	0,20	0,50	0,80
r	0,10	0,30	0,50

4 Zielsystem zur Verbesserung der standortverteilten Produktentwicklung

In diesem Kapitel wird die vorgestellte Zielsetzung der zu entwickelnden Methode aus Abschnitt 3.2 konkretisiert. Ziel des Kapitels ist, das Zielsystem der Methode und deren Grundelemente zur Adressierung des Forschungsziels zu definieren. Dazu werden in Abschnitt 4.1 die Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten analysiert, um Faktoren zu identifizieren, die als Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams innerhalb einer Organisation in Betracht gezogen werden können. Die Analyse dieser Faktoren gibt die Kritikalität standortverteilter Produktentstehungsaktivitäten an. Die Faktoren werden in dieser Arbeit Kritikalitätsfaktoren genannt. Zusätzlich werden in Abschnitt 4.2 Einflussfaktoren analysiert und in Handlungsfelder geclustert, die den Erfolg standortverteilter Produktentstehungsprozesse maßgeblich beeinflussen und damit zur Vermeidung der möglichen negativen Auswirkungen verwendet werden können. Letztlich werden in Abschnitt 4.3 Zielsystemelemente bestehend aus Zielen der zu entwickelnden Methode und Anforderungen an die zu entwickelnde Methode, welche Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale ihrer standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen, abgeleitet. Dazu wird die folgende Forschungsfrage beantwortet:

1. Welche Faktoren beschreiben die Kritikalität standortverteilter Produktentwicklungsprozesse und mit welchen Einflussfaktoren kann ein Entwicklungsteam die Kritikalität positiv beeinflussen?

Zur weiteren Operationalisierung der Forschungsfrage wird diese in die folgenden Teilforschungsfragen heruntergebrochen:

- 1.1 Welche Auswirkungen hat die standortverteilte Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten und welche Kritikalitätsfaktoren indizieren mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams?
- 1.2 Welche, zu Handlungsfeldern zusammengefassten, Einflussfaktoren bestimmen den Erfolg von standortverteilten Produktentwicklungsprojekten?
- 1.3 Welche Ziele umfasst eine Methode und welche Anforderungen werden an eine Methode gestellt, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt,

Verbesserungspotenziale ihrer standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen?

4.1 Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Produktentwicklung

Wie die Analyse des Stands der Forschung (vgl. Abschnitt 2.3.4) zeigt, führen bisherige Studien zu keinem einheitlichen Verständnis über die Auswirkungen des Übergangs von standortgebundener zu standortverteilter Zusammenarbeit auf die Produktentstehungsaktivitäten. Hinzu kommt, dass der Fokus bisheriger Studien oftmals auf vereinzelt Aktivitäten wie der Co-Evolution, den kreativen Prozessen oder der Synthese der Gestalt von Produkten lag. Vernachlässigt wurden dabei jedoch die begleitenden Aktivitäten: *Projekte*, *Wissen* und *Änderungen managen*, sowie *Validieren und Verifizieren*. Das Ziel der nachfolgenden Studie ist die ganzheitliche Betrachtung der Auswirkungen der Änderung von standortgebundener auf standortverteilte Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten. Zusätzlich werden daraus Kritikalitätsfaktoren abgeleitet, die die Ursachen möglicher negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität darstellen. Dazu soll Forschungsfrage 1.1 beantwortet werden:

- 1.1 Welche Auswirkungen hat die standortverteilte Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten und welche Kritikalitätsfaktoren indizieren mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams?

Abbildung 4.1 zeigt das Vorgehen zur Analyse der Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten.

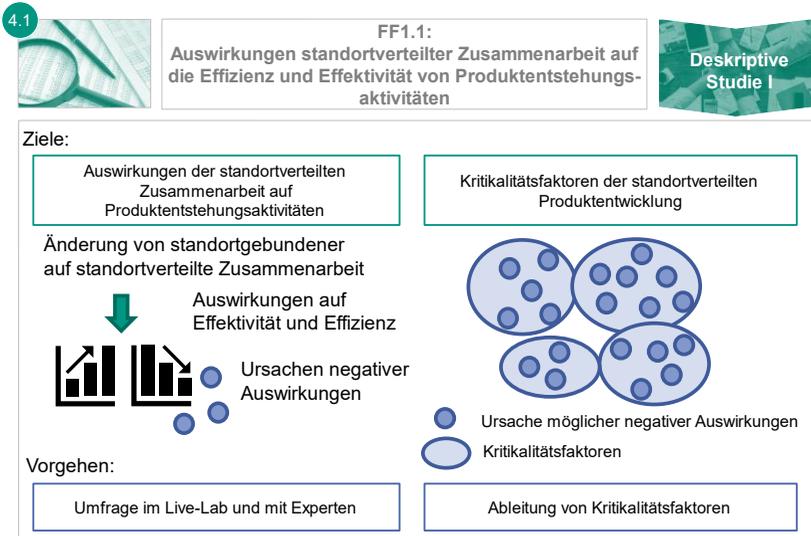


Abbildung 4.1: Ziele und Vorgehen der Analyse der Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten

Um Ergebnisse mit hoher interner und externer Validität zu erhalten, wurde diese Studie in zwei Fragebogenstudien durchgeführt. Die erste Studie, eine Live-Lab-Studie mit Studierenden, wurde durchgeführt, um das Thema unter realistischen Bedingungen und dennoch mit hoher Kontrollierbarkeit der Randbedingungen zu untersuchen. Die Studierenden des Live-Labs ProVIL wurden zu den Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf ihre Produktentstehungsaktivitäten befragt. Die zweite Studie wurde als Feldstudie mit Experten aus verschiedenen Unternehmen durchgeführt, um die Ergebnisse der vorherigen Live-Lab-Studie mit den Erfahrungen der Experten zu vergleichen. Da Erfahrung die Produktentstehungsaktivitäten beeinflusst (Cross, 2004) und um zusätzlich die weiteren Produktentstehungsaktivitäten über die Konzeptentwicklung hinaus abzudecken, wurde die Studie mit 44 Experten aus der Praxis im Bereich der Produktentwicklung unabhängig von ihren spezifischen Verantwortungsbereichen durchgeführt. Der qualitative Teil beider Befragungen wurde dazu genutzt, die Ursachen der möglichen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität zu analysieren. Diese Ursachen werden als Kritikalitätsfaktoren im Ergebnisabschnitt 4.1.5 eingeführt und dienen als Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Produktentwicklung.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Abschnitts wurden wie angegeben in einer Fachzeitschrift veröffentlicht (Duehr, Hettel et al., 2022) und waren Gegenstand von durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeit (Hettel, 2020)¹.

4.1.1 Forschungsvorgehen

Um die Einflüsse der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effektivität und Effizienz von Produktentstehungsaktivitäten zu untersuchen und schließlich mögliche Ursachen für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität zu identifizieren, wurde eine zweistufige Studie durchgeführt.

4.1.1.1 Datenerhebung in den Forschungsumgebungen

Die Einflüsse während der betrachteten Produktentstehungsaktivitäten wurden mithilfe von Fragebögen untersucht. Abbildung 4.2 zeigt die Grundstruktur der verwendeten Fragebögen.

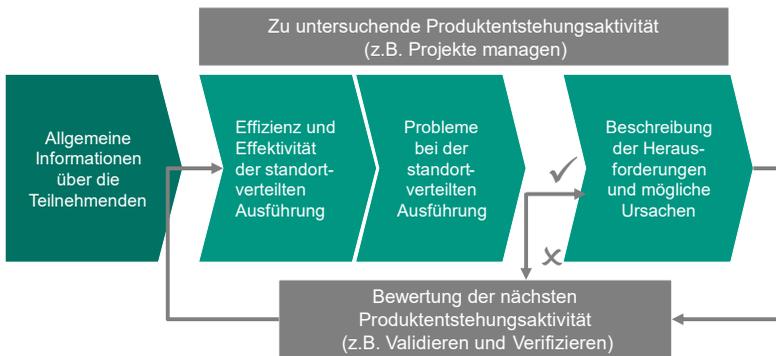


Abbildung 4.2: Grundstruktur des Fragebogens für beide Studien unterteilt in allgemeine Informationen und Hauptteil. Angepasste Darstellung nach Duehr und Hettel et al. (2022) und Hettel (2020)²

Der Abschnitt zu Beginn, in dem allgemeine Informationen über die Teilnehmenden der Studie gesammelt wurden, diente unter anderem der Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich der Unterscheidungskriterien der Teilnehmenden, wie z.B. der Berufserfahrung. Der Hauptteil der Studien widmete sich der Auswertung der Produktentstehungsaktivitäten. Um eine Vergleichbarkeit der Studienergebnisse zu

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

ermöglichen, wurden die Aktivitäten innerhalb der Produktentstehungsaktivitäten des iPeM verglichen. Um gleichzeitig die Teilnahme von Personen ohne Kenntnisse über das iPeM zu ermöglichen, wurden die Produktentstehungsaktivitäten für beide Studien vorbereitet, indem alle Produktentstehungsaktivitäten durch gängige Sub-Aktivitäten beschrieben wurden. In Anlehnung an eine Studie von Wilmsen et al. (2019) zu 208 relevanten Prozessschritten für die Vorentwicklung wurden daher die untersuchten Produktentstehungsaktivitäten durch verschiedene Sub-Aktivitäten beschrieben und schließlich den in dieser Studie relevanten iPeM-Aktivitäten zugeordnet. So wurden bspw. der iPeM-Aktivität *Projekte managen* die folgenden Teilaktivitäten zugeordnet: Analyse der Projektanforderungen, Definition der Projektziele, Beschreibung des Projektumfelds, Bildung des Projektteams, Erstellung der Ressourcenplanung. Es ist jedoch zu beachten, dass die Zuordnung einer gewissen Subjektivität unterliegt und nicht jede Teilaktivität nur einer iPeM-Aktivität zugeordnet werden kann.

Im Hauptteil des Fragebogens wurden die einzelnen Produktentstehungsaktivitäten mit den beschreibenden Sub-Aktivitäten dem Studienteilnehmenden präsentiert. Unter Verwendung der in Abschnitt 2.3.4 vorgestellten Definition von Effizienz und Effektivität wurde der Studienteilnehmende nach der Effizienz und Effektivität der standortverteilten Durchführung der Produktentstehungsaktivität im Vergleich zur standortgebundenen Durchführung befragt. Um folglich eine Aussage darüber treffen zu können, welche Faktoren für die Herausforderungen bei den standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten ausschlaggebend sind, gaben die Teilnehmenden an, ob eine Herausforderung während der standortverteilten Durchführung aufgetreten ist. Anschließend konnte die angegebene Herausforderung beschrieben werden, indem eine Annahme über die Ursache der Herausforderung geäußert wurde. Die Fragen aus dem Hauptteil wurden für jede zu untersuchende Produktentstehungsaktivität wiederholt. (Duehr, Hettel et al., 2022)

Abbildung 4.3 zeigt als Beispiel die Frage aus dem Hauptteil zur Aktivität *Projekte managen* der ersten ProVIL Umfrage.

Bewertung der Produktentstehungsaktivitäten hinsichtlich der Kritikalität der standortverteilten Durchführung

Bewerte auf den kommenden Seiten die Aussagen mit denen von Dir gesammelten Erfahrungen aus der Analysephase im Live-Lab ProVIL.

(2) Projekte managen

Im Folgenden betrachtest Du die Aktivität „Projekte managen“, dazu zählen unter anderem:

- Mit Teampaten bekannt machen
- Systemzugänge überprüfen
- Phasenplanung durchführen
- Recherche planen
- Zielvereinbarung erstellen

(2.1) Die standortverteilte Durchführung ist im Vergleich zu Deinen Erwartungen bezüglich einer Durchführung an einem Standort:

	mehr	gleich	weniger	keine Aussage möglich
effektiv	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
effizient	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Effizient = Wurde die gleiche Ergebnisqualität erreicht, die man bei der gemeinsamen Durchführung der Aktivität an einem Standort erwartet hätte?

Effektiv = Wurde die Zeit eingehalten, die man bei der gemeinsamen Durchführung der Aktivität erwartet hätte?

(2.2) Traten bei der Aktivität Probleme durch die standortverteilte Durchführung auf?

- Ja
- Nein

Falls Frage (2.2) mit **Ja** beantwortet, erscheint Frage (2.3) und (2.4).

Falls Frage (2.2) mit **Nein** beantwortet, springt Umfrage zur Bewertung der nächsten Produktentstehungsaktivität (in diesem Fall zu (3) Validieren und Verifizieren).

(2.3) Welche Probleme sind aufgetreten?

<Freitext>

(2.4) Auf welche Ursachen könnten diese Probleme zurückzuführen sein?

<Freitext>

Abbildung 4.3: Beispielfrage aus dem Hauptteil der ersten Fragebogenstudie im Live-Lab ProVIL zur Aktivität *Projekte managen*. Angepasste Darstellung aus Hettel (2020)³

In jeder Umfrage in ProVIL bewerteten die Studierenden jede der, in der vorangegangenen Phase durchgeführten, Produktentstehungsaktivitäten.

³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Insgesamt wurden vier Umfragen, jeweils nach Abschluss der vorangegangenen Phase durchgeführt.

Die Basisaktivitäten *Projekte managen*, *Validieren und Verifizieren*, *Wissen managen* und *Änderungen managen* wurden in jeder Phase durchgeführt. Wie in Abschnitt 2.2.3 beschrieben, unterstützen die Basisaktivitäten die Kernaktivitäten und wurden daher während des Produktentstehungsprozesses begleitend durchgeführt. Darüber hinaus wurden laut Projektplan auch die Kernaktivität *Profile finden* in jeder Phase durchgeführt, da diese Aktivität die Beschreibung des Nutzenbündels von Kunde, Nutzer und Anbieter einschließlich einer initialen Ideenbeschreibung beinhaltet, die im Mittelpunkt des Projekts stand. Des Weiteren wurden in der Analysephase die Aktivitäten *Nutzung analysieren und gestalten* durchgeführt, um Informationen aus bereits am Markt vorhandenen Referenzen zu generieren. In der Potenzialfindungsphase wurde die Kernaktivität *Ideen finden* durchgeführt, um Probleme zu analysieren, die in den späteren Phasen weiter konkretisiert und durch die zu entwickelnden Konzepte, Designs, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle gelöst wurden. Nachdem erste Ideen gefunden und Prinzip und Gestalt modelliert wurden, konnte in der Konzipierungsphase (Phase 3) die Kernaktivität *Prototyp aufbauen* durchgeführt werden. In der letzten Phase, der Präzisionsphase, wurden die gleichen Kernaktivitäten wie in der Konzipierungsphase durchgeführt, um die Lösungen weiter zu detaillieren. Da die Basisaktivitäten über die vier Phasen hinweg immer wiederkehrend durchgeführt wurden, wurden die Antworten über die Phasen hinweg aggregiert, um eine Aussage über die Effektivität und Effizienz der standortverteilten Aktivitäten zu treffen. Darüber hinaus ermöglichten die wiederkehrenden Aktivitäten einen Vergleich der Effektivität und Effizienz über die verschiedenen Phasen hinweg. (Duehr, Hettel et al., 2022) Der Aufbau der Fragebögen blieb über alle Phasen hinweg gleich. Lediglich die Beschreibung der Aktivitäten wurde geändert, um das Verständnis der Studierenden bzgl. der Aktivitäten in den Phasen zu schärfen. Im Durchschnitt nahmen $n = 27$ Studierende an insgesamt vier Online-Fragebögen teil. 59 % der Teilnehmenden hatten bereits Erfahrung in einem standortverteilten Umfeld, zum Beispiel durch frühere Praktika oder Projektarbeit. Die zweite Studie wurde durchgeführt, um die Ergebnisse der Live-Lab-Studie mit den Erfahrungen der Personen aus der Praxis zu vergleichen. Daher bezog sich die erste Frage des Hauptteils des Fragebogens nicht mehr auf die Erwartungen an die standortverteilte Durchführung, sondern auf die Erfahrungen mit der standortverteilten im Vergleich zur standortgebundenen Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten. Die Beschreibung der zu untersuchenden Aktivitäten basierte auf den Sub-Aktivitäten aus der Literatur von Wilmsen et al. (2019).

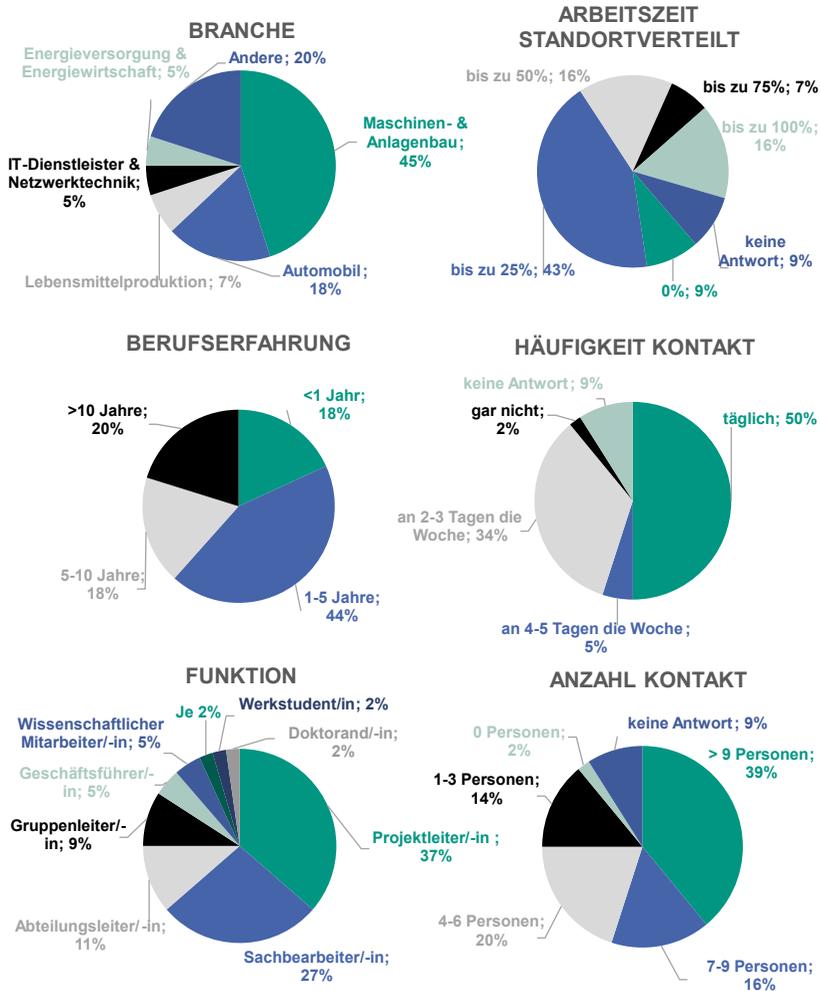


Abbildung 4.4: Charakterisierung der Studienteilnehmenden aus der Praxis hinsichtlich Branche, Berufserfahrung, Funktion, standortverteilt durchgeführte Arbeitszeit, Häufigkeit des Kontakts zu Teammitgliedern sowie Anzahl der Teammitglieder, zu denen Kontakt stattfand. Angepasste Darstellung nach Hettel (2020)⁴

Abbildung 4.4 zeigt die Charakteristika der Studienteilnehmenden hinsichtlich Branche, Berufserfahrung, Funktion, standortverteilt durchgeführte Arbeitszeit,

Häufigkeit des Kontakts zu Teammitgliedern sowie Anzahl der Teammitglieder, zu denen Kontakt stattfand.

4.1.1.2 Statistische Auswertung der Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität

Die individuellen Bewertungen der Teilnehmenden wurden in Form einer symmetrischen dreistufigen Likert-Skala mit den Antwortmöglichkeiten weniger (-1) / gleich (0) / mehr (1) jeweils für Effizienz und Effektivität erhoben. Für die statistische Auswertung wurden nur die Fragen berücksichtigt, die in allen Fragebögen gestellt wurden und eine signifikante Anzahl von Antworten aufweisen. So konnte die statistische Analyse für die Aktivitäten *Projekte managen*, *Validieren und Verifizieren*, *Wissen managen* und *Änderungen managen* durchgeführt werden, da diese die wiederkehrenden unterstützenden Aktivitäten aller Produktentwicklungsaktivitäten beschreiben. Für die weitere Analyse wurden die Aussagen außerdem auf Normalverteilung getestet. Der Shapiro-Wilk-Test und der Kolmogorov-Smirnova-Test zeigten, dass bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ die Umfrageergebnisse nicht normalverteilt sind ($p = 0$). (Duehr, Hettel et al., 2022) Die folgenden Teilhypothesen wurden zur statistischen Auswertung abgeleitet:

- H0.1: Die Auswirkung auf die Effizienz einer Aktivität in einem Fragebogen unterscheidet sich nicht signifikant von der Auswirkung auf die Effizienz aller anderen Aktivitäten in anderen Fragebögen.
- H0.2: Die Auswirkung auf die Effektivität einer Aktivität in einem Fragebogen unterscheidet sich nicht signifikant von der Auswirkung auf die Effektivität aller anderen Aktivität in anderen Fragebögen.
- H0.3: Die Auswirkung auf die Effizienz einer Aktivität in einem Fragebogen unterscheidet sich nicht signifikant von der Auswirkung auf die Effizienz der gleichen Aktivität in anderen Fragebögen.
- H0.4: Die Auswirkung auf die Effektivität einer Aktivität in einem Fragebogen unterscheidet sich nicht signifikant von der Auswirkung auf die Effektivität der gleichen Aktivität in anderen Fragebögen.
- H0.5: Die Auswirkung auf die Effizienz verschiedener Aktivitäten in einem Fragebogen unterscheidet sich nicht signifikant.
- H0.6: Die Auswirkung auf die Effektivität verschiedener Aktivitäten in einem Fragebogen unterscheidet sich nicht signifikant.

Zunächst wurden die Effizienz und die Effektivität bei allen Hypothesen getrennt betrachtet. Die Hypothesen H0.1 und H0.2 wurden mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Dieser Test wurde verwendet, da mehr als zwei Fragebögen als unabhängige, nicht normalverteilte Stichproben betrachtet wurden. Folglich wurden

die fünf unabhängigen Fragebögen (vier aus ProVIL und eine aus der Feldstudie) als Gruppenvariablen betrachtet. Der gleiche Test wurde für die dritte und vierte Hypothese (H0.3 und H0.4) verwendet. Mit diesen Hypothesen sollte verglichen werden, ob sich eine Aktivität zwischen den Fragebögen in Bezug einerseits auf die Effizienz und andererseits auf die Effektivität unterscheidet. Mit der fünften und sechsten Hypothese (H0.5 und H0.6) wurden alle Aktivitäten innerhalb eines Fragebogens betrachtet und entweder hinsichtlich ihrer Effizienz oder ihrer Effektivität verglichen. Aufgrund mehrerer nicht normalverteilter vorliegender Stichproben wurde hierfür der Friedman-Test verwendet. Da der Friedman-Test und der Kruskal-Wallis-Test beim Vergleich von mehr als zwei Stichproben nur allgemeine Unterschiede feststellen, aber keine Antworten auf die entscheidenden Stichproben geben, wurde zum besseren Verständnis eine Post-hoc-Analyse mit dem Dunn-Bonferroni-Test durchgeführt. Bei Ergebnissen mit einer Stichprobengröße von weniger als 30 Teilnehmenden wurde der exakte signifikante p-Wert verwendet, um die Hypothese anzunehmen oder abzulehnen. Bei Ergebnissen mit einer Stichprobengröße von mehr als 30 Teilnehmenden wurde der signifikante p-Wert verwendet. (Duehr, Hettel et al., 2022)

4.1.1.3 Datenanalyse zur Ableitung der Kritikalitätsfaktoren

Um die Faktoren zu untersuchen, die für die Herausforderungen bei standortverteilter Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten entscheidend sind, wurden die Herausforderungen aus den beiden Teilstudien analysiert, um zunächst die kritischen Faktoren der standortverteilten Produktentstehung zu definieren, die als de-taillierte Ursachen möglicher negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität angesehen werden können. In Anlehnung an den Vergleich von Clusteranalysetechniken von Morey, Blashfield und Skinner (1983) wurde das Average-Linkage-Verfahren ausgewählt und angewendet. Die qualitativ erhobenen Daten der beiden Teilstudien wurden aggregiert und führten zu einer Gesamtzahl von 72 aufbereiteten Herausforderungen (= Objekten). Um den Datensatz der Herausforderungen auf der Grundlage ihrer Ähnlichkeiten zu klassifizieren, wurde die Methode der durchschnittlichen Verknüpfung als hierarchisches Verfahren angewandt. Der euklidische Abstand wurde verwendet, um den Abstand zwischen den in einer Abstandsmatrix konstruierten Elementen zu definieren. Das Bestimmungskriterium wurde zu Beginn der Studie als

$$k \approx \sqrt{\frac{n}{2}} \quad 4.1$$

festgelegt, wobei k die Anzahl der Cluster und n die Anzahl der Herausforderungen ist (Madhulatha & T. Soni, 2012). In dieser Studie wurden bei $n = 72$ Objekten $k = 6$

Cluster angestrebt. Außerdem wurde der Scree-Test (Cattell, 1966) gewählt, um die ermittelte Anzahl von Clustern zu bewerten. Dazu wurde der marginale Informationsgewinn analysiert, der bei einer passenden Anzahl von sechs Clustern, die nun als Kritikalitätsfaktoren bezeichnet werden, zu einem Rückgang des Informationsgewinns führt. Zum besseren Verständnis der Faktoren wurden die Hauptaspekte jedes Faktors als deskriptive Kriterien formuliert. (Duehr, Hettel et al., 2022)

4.1.2 Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten im Live-Lab ProVIL

Abbildung 4.5 zeigt die von den Studienteilnehmenden wahrgenommene Effizienz und Effektivität standortverteilter Produktentstehungsaktivitäten aggregiert über die vier Phasen im Vergleich zu ihren Erwartungen an die Ausführung der Aktivitäten gemeinsam an einem Standort. Die Aktivität *Prototyp aufbauen* hat die niedrigste Effizienz und Effektivität aller im Rahmen von ProVIL untersuchten Produktentstehungsaktivitäten. Im Gegensatz dazu weist die Aktivität *Nutzung analysieren und gestalten* die höchsten Werte für Effizienz und Effektivität auf. Die Abbildung zeigt, dass der Mittelwert für die Effizienz der Aktivität *Wissen managen* positiv ist und den zweithöchsten Mittelwert aller Effizienzmittelwerte nach der Aktivität *Nutzung analysieren und gestalten* darstellt. Die Effektivität der standortverteilten Durchführung der Aktivitäten *Projekte managen*, *Validieren und Verifizieren*, *Wissen managen*, *Änderungen managen* und *Profile finden* ist sehr ähnlich. Bei den Aktivitäten *Ideen finden* und *Prototyp aufbauen* nimmt die Effektivität im Vergleich zur Erwartung ab. Bis auf die Aktivität *Nutzung analysieren und gestalten* weisen alle Aktivitäten eine höhere Effizienz auf. Der Mittelwert der Effizienz beträgt demnach $x = 0,04$ (Standardabweichung $\sigma = 0,70$). Dagegen beträgt der Mittelwert der Effektivität $x = -0,07$ (Standardabweichung $\sigma = 0,64$). Daraus lässt sich schließen, dass die Studierenden die standortverteilte Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten als effizienter, aber weniger effektiv wahrnehmen, als sie es von der Durchführung an einem Standort erwarten. (Duehr, Hettel et al., 2022)

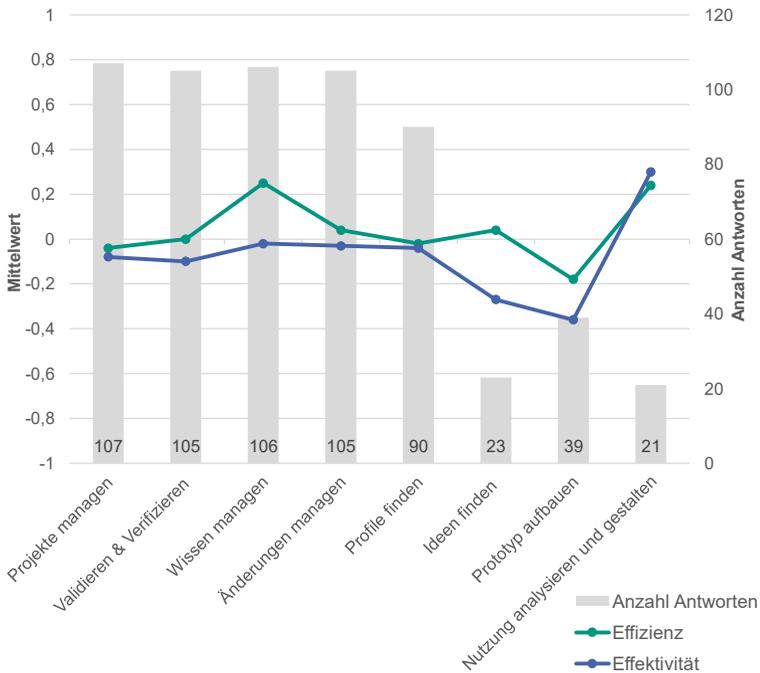


Abbildung 4.5: Auswertung der Effizienz und Effektivität über die vier Phasen von ProVIL im Mittel zeigt individuelle Verläufe von Effizienz und Effektivität. Angepasste und übersetzte Darstellung nach Duehr und Hettel et al. (2022)⁵

Um die Einflüsse des Zeitpunkts im Projektverlauf zu untersuchen, zeigt Abbildung 4.6 die Effizienz und Abbildung 4.7 die Effektivität der standortverteilten Basisaktivitäten der Produktentstehung im Hinblick auf die Erwartungen der Studierenden an eine standortgebundene Durchführung über die vier Phasen von ProVIL: Phase 1 – Analyse, Phase 2 – Potenzialfindung, Phase 3 – Konzipierung, Phase 4 – Präzisierung. Die unterstützenden Basisaktivitäten *Validieren und Verifizieren*, *Änderungen managen*, *Projekte managen* und *Wissen managen*, die in jeder Phase des Projekts stattfanden, wurden in die Bewertung einbezogen.

⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

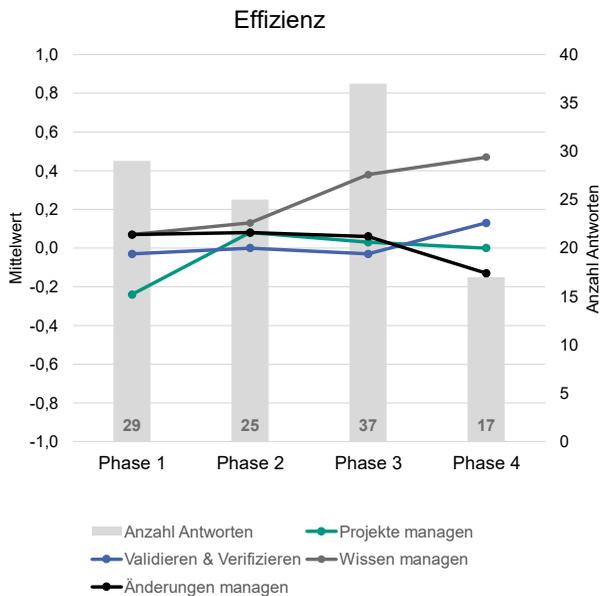


Abbildung 4.6: Auswertung der Phasenergebnisse der Effizienz über die vier Phasen von ProVIL zeigt einzig bei der Aktivität *Wissen managen* einen ansteigenden Verlauf. Angepasste und übersetzte Darstellung nach Duehr und Hettel et al. (2022)

Bei der Betrachtung der Effizienz (vgl. Abbildung 4.6) zeigt die Aktivität *Wissen managen* als einzige Aktivität einen positiven, ansteigenden Verlauf. *Projekte managen* und *Änderungen managen* dahingegen einen negativen Verlauf. Bei der Betrachtung der Effektivität (vgl. Abbildung 4.7) zeigen alle Aktivitäten eine Art „zickzack“-Verlauf. Phase 1 und Phase 3 repräsentieren Phasen mit höherer Effektivität. Phase 2 und Phase 4 sind dagegen weniger effektiv. Nur die Aktivität *Änderungen managen* zeigt eine Verbesserung der Effektivität von Phase 1 zu Phase 3. Der Mittelwert der Basisaktivitäten der Effizienz ist $x = 0,06$, mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,71$. Der Mittelwert der Effektivität der Aktivitäten über die vier Phasen beträgt $x = -0,06$, mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,62$. (Duehr, Hettel et al., 2022)

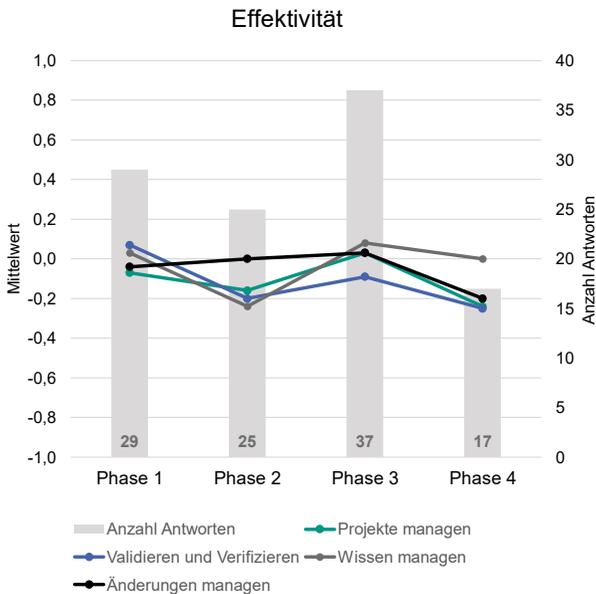


Abbildung 4.7: Auswertung der Phasenergebnisse der Effektivität über die vier Phasen von ProVIL zeigt einen „zickzack“-Verlauf bei allen Aktivitäten. Angepasste und übersetzte Darstellung nach Duehr und Hettel et al. (2022)

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass die Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität standortverteilter Produktentstehungsaktivitäten individuell für die einzelnen Aktivitäten und in Abhängigkeit vom Zeitpunkt im Produktentstehungsprozess analysiert werden müssen. Zusätzlich kann gefolgert werden, dass die standortverteilte Durchführung im Durchschnitt über alle betrachteten Aktivitäten einen weniger negativen Einfluss auf die Effizienz als auf die Effektivität unter Berücksichtigung aller Aktivitäten hat. Dennoch empfinden die Teilnehmenden die standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten als weniger effektiv als ihre Erwartungen an die Ausführung an einem Standort. Die Teilnehmenden der ProVIL-Studie nehmen standortverteilte Produktentwicklungsaktivitäten als effizienter wahr, als sie es von einer standortgebundenen Ausführung erwarten. In der ProVIL-Studie lässt sich im Durchschnitt ein positiver Trend in Bezug auf die Effizienz über die vier Phasen hinweg erkennen, was darauf schließen lässt, dass über den Prozess möglicherweise ein besserer Umgang mit der standortverteilten Zusammenarbeit eintritt.

Da die Angaben der Studierenden nur auf dem Vergleich zu ihren Erwartungen der Durchführung an einem Standort beruhen und die Studierenden nicht ausreichend praktische Erfahrung in der Produktentstehung haben, ist es notwendig, die Erkenntnisse im Rahmen einer Fragebogenstudie in der Praxis weiter zu untersuchen.

4.1.3 Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten im Feld

Die Teilnehmenden der Studie aus der Entwicklungspraxis bewerteten jede Produktentstehungsaktivität, die sie während ihrer praktischen Erfahrung in einer standortverteilten Umgebung durchgeführt haben. Somit kann ein direkter Vergleich einer standortverteilten Aktivität hinsichtlich ihrer Effizienz und Effektivität mit einer an einem Standort durchgeführten Aktivität ausgeführt werden. Abbildung 4.8 zeigt die Ergebnisse der Studie mit den Teilnehmenden aus der Entwicklungspraxis.

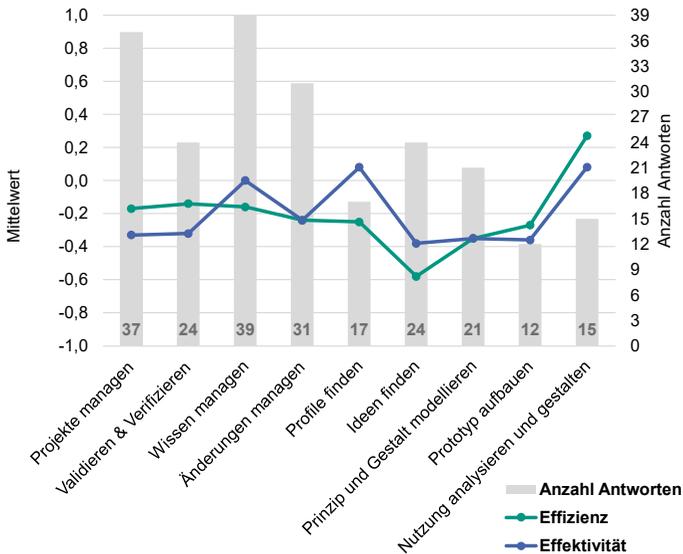


Abbildung 4.8: Auswertung der Ergebnisse mit Experten aus der Entwicklungspraxis bestätigt individuellen Verlauf von Effizienz und Effektivität. Angepasste und übersetzte Darstellung nach Duehr und Hettel et al. (2022)

Abbildung 4.8 zeigt, dass der Verlauf der Effizienz über die Basisaktivitäten hin zur Aktivität *Ideen finden* abnimmt, danach wieder stark ansteigt. Im Verlauf der Effektivität bildet sich wiederum eine Art „zickzack“-Verlauf ab. Die Aktivität *Nutzung analysieren und Gestalten* weist einen positiven Mittelwert in Bezug auf die Effizienz auf und stellt zudem den höchsten Mittelwert der in Bezug auf die Effizienz ausgewerteten Aktivitäten dar. Der Mittelwert für die Effektivität der Aktivität *Wissen managen* ist gleich null. Die Teilnehmenden aus der Praxis sehen keinen Unterschied in der Effektivität der Aktivität bei einer standortverteilten Ausführung. Es zeigt sich, dass die Produktentstehungsaktivitäten *Projekt managen, Validieren und Verifizieren, Prototyp aufbauen* und *Nutzung analysieren und gestalten* einen höheren Mittelwert für Effizienz als für Effektivität aufweisen. Bei den Aktivitäten *Wissen managen, Profile finden* und *Ideen finden* übersteigt der Mittelwert der Effektivität die Effizienz. *Änderungen managen* und *Prinzip und Gestalt modellieren* weisen einen identischen Mittelwert für Effektivität und Effizienz auf, wobei beide Werte im negativen Bereich liegen. Die Produktentstehungsaktivitäten *Profile finden* und *Nutzung analysieren und gestalten* weisen einen identischen positiven Mittelwert für die Effektivität auf und stellen die effektivsten standortverteilt durchzuführenden Aktivitäten dar im Vergleich zu einer Ausführung an einem Standort. Der Aktivitäten-unabhängige Mittelwert der Effizienz beträgt $x = -0,23$, mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,68$. Ähnlich wie bei der Effizienz liegt der Mittelwert der Effektivität bei $x = -0,22$, mit einer Standardabweichung von $\sigma = 0,61$. Zusammenfassend lässt sich zeigen, dass die Experten aus der Praxis die standortverteilte Ausführung von Produktentstehungsaktivitäten als ineffizienter und ineffektiver empfinden als die Ausführung an einem Standort. Zusätzlich gibt es große Unterschiede hinsichtlich Effizienz und Effektivität standortverteilter Aktivitäten je nach der betrachteten Produktentstehungsaktivität. (Duehr, Hettel et al., 2022)

Abschließend lässt sich sagen, dass die Ergebnisse die Erkenntnisse, die in der vorangegangenen Fragebogenstudie im Live-Lab gewonnen wurden, unterstützen. Die Ergebnisse der zweiten Fragebogenstudie bestätigen die Erwartungen der Teilnehmer aus der Live-Lab-Studie in Bezug auf die Effektivität. Darüber hinaus heben die Experten die negative Auswirkung der standortverteilten Durchführung noch deutlicher hervor, und zwar nicht nur in Bezug auf die Effektivität, indem sich der Mittelwert von $x = -0,07$ auf $x = -0,22$ verschlechtert, sondern auch für die Effizienz. Der Mittelwert der Effizienz veränderte sich von einem positiven Wert ($x = 0,04$) zu einem negativen Wert ($x = -0,23$). Folglich kann die Annahme aus der Schlussfolgerung des Stands der Forschung, dass die Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität für einzelne Aktivitäten bewertet werden müssen, bestätigt werden. Darüber hinaus weisen derzeit fast alle standortverteilten Aktivitäten eine geringere Effizienz und Effektivität auf als Aktivitäten, die von einem Standort aus

durchgeführt werden. Diese Annahme wurde durch die Antworten der Experten aus der Praxis bestätigt. Betrachtet man die Ergebnisse der Aktivitäten im Detail, zeigt sich, dass die Durchführung der Aktivitäten *Wissen managen*, *Profile finden* und *Nutzung analysieren und gestalten* als nahezu ähnlich zur standortgebundenen Durchführung eingeschätzt wird. Dies lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass dazu wenige standortgebundene Werkzeuge, wie bspw. Werkzeuge zum Prototypenbau verwendet werden müssen. Demgegenüber stehen negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität bei den Aktivitäten *Prinzip und Gestalt modellieren* sowie *Prototyp aufbauen* naheliegend, da in der Mechatroniksystementwicklung Prototypen mit physischen Anteilen unumgänglich sind. Für die niedrige Ausprägung der Aktivität *Ideen finden* lassen sich in der Literatur weitere Gründe finden, wie beispielhaft in der Studie von Brucks und Levav (2022), die eine reduzierte Kreativität in der standortverteilter Durchführung nachweisen, welche gerade in der Aktivität *Ideen finden* von großer Relevanz ist. (Duehr, Hettel et al., 2022)

4.1.4 Statistische Auswertung der Auswirkungen der standortverteilter Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten

Zur Auswertung der Signifikanz der bereits getroffenen Aussagen zu den untersuchten Hypothesen wird in diesem Abschnitt näher auf die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Hypothesen (vgl. Abschnitt 4.1.4) eingegangen. Der Kruskal-Wallis-Test und die Post-hoc-Analyse mit dem Dunn-Bonferroni-Test ergaben jedoch signifikante Unterschiede beim Vergleich der Effizienz in der Aktivität *Wissen managen* zwischen dem Fragebogen mit Experten und dem Live-Lab-Fragebogen der dritten Phase ($z=3,36$; $p=0,01$; $r=0,39$). Gleiches gilt für den Fragebogen mit Experten und dem Live-Lab-Fragebogen der vierten Phase ($z=3,12$; $p=0,02$, $r=0,42$). In der statistischen Auswertung der Daten der vorangegangenen Abschnitte konnte somit nur die Nullhypothese H0.3 verworfen werden. Aufgrund von p-Werten $>0,05$ wurden H0.1, H0.2, H0.4, H0.5 und H0.6 nicht verworfen. Betrachtet man die Hypothese H0.3 im Detail, so weisen die Live-Lab-Fragebögen signifikant höhere Tendenzen mit einer mittleren Effektgröße nach Cohen (1988) auf, was die schon vorher getroffene Schlussfolgerung stützt, dass die Einflüsse der Effizienz abhängig von der Entwicklungssituation analysiert werden müssen. Zusammenfassend zeigt die Analyse, dass die Aktivität *Wissen managen* die signifikantesten Unterschiede bei der Analyse der Aktivität hinsichtlich Effektivität und Effizienz zu haben scheint, während zu den übrigen Aktivitäten statistisch keine Aussage getroffen werden konnte. (Duehr, Hettel et al., 2022) Dennoch zeigt die qualitative Analyse der Daten sehr variierende Auswirkungen auf

die Effizienz und Effektivität, weshalb im weiteren Verlauf dieser Arbeit die Auswirkungen immer individuell analysiert werden.

4.1.5 Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung als Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität

Basierend auf den Antworten der offenen Fragen aus beiden Studien wurden die Faktoren analysiert, die mögliche Auslöser für die negativen Auswirkungen bei der standortverteilten Durchführung der Aktivitäten darstellen. Die Faktoren wurden mit dem Average-Linkage-Verfahren (vgl. Abschnitt 4.1.1.3) analysiert und als Kritikalitätsfaktoren bezeichnet. So konnte eine überschaubare Anzahl von Faktoren herausgearbeitet werden, die für mögliche Herausforderungen in den standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten entscheidend sind. Diese Faktoren werden Kritikalitätsfaktoren genannt und beschreiben also mögliche Auslöser negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Produktentstehung. Sie sollen eine Grundlage bieten, um die Herausforderungen, die sich aus der standortverteilten Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten ergeben, zu adressieren und letztlich negative Auswirkungen auf Zeit, Kosten und Qualität im Produktentstehungsprozess zu verhindern. Zum besseren Verständnis der Faktoren wurden die wichtigsten Aspekte jedes Faktors als beschreibende Kriterien formuliert. (Duehr, Hettel et al., 2022)

Abbildung 4.9 zeigt die sechs Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung, die in den beiden Studien abgeleitet wurden: *Kommunikation und Wissenstransfer*, *digitale Infrastruktur*, *Planung und Prozesse*, *Entwicklungsteam*, *Entwicklungsaufgabe* und *Ressourcenverfügbarkeit*. Die Kriterien, die die Hauptaspekte jedes Kritikalitätsfaktors beschreiben, stellen die Ursprünge von möglichen negativen Auswirkungen dar, die bei der standortverteilten Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten auftreten können. Eine Auswahl der Kritikalitätsfaktoren aus Abbildung 4.9 und deren Kriterien werden nachfolgend beschrieben.

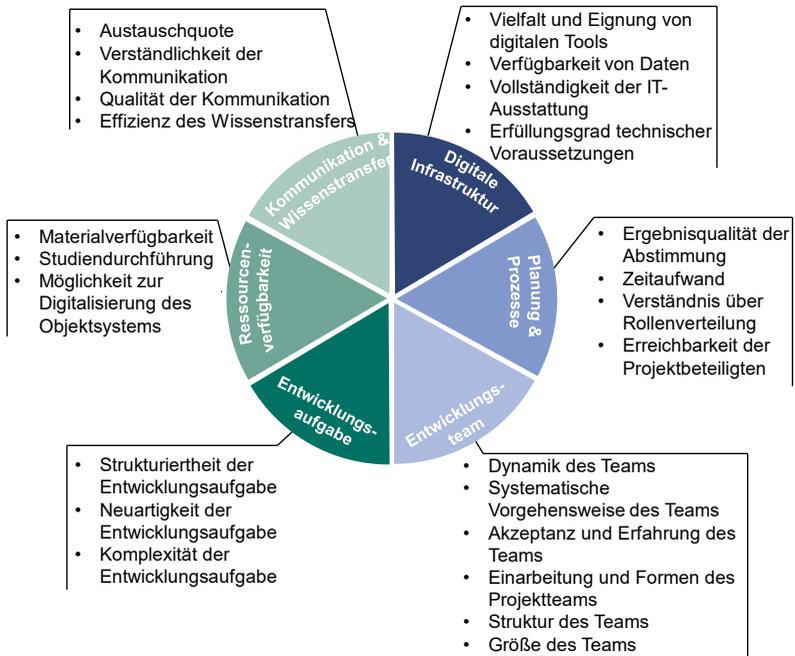


Abbildung 4.9: Übersicht über die sechs Kritikalitätsfaktoren mit beschreibenden Kriterien. Angepasste und übersetzte Darstellung nach Duehr und Hettel et al. (2022) und (Hettel, 2020)⁶

- Der Kritikalitätsfaktor *Kommunikation & Wissenstransfer* ist u.a. durch das Kriterium Austauschquote beschrieben. Da die digitale Kommunikation die Hemmschwelle, Teammitglieder zu kontaktieren, erhöhen kann, sind kurze Absprachen ohne Toolunterstützung weniger einfach zu initiieren, was zu einer reduzierten Informationsaustauschquote führen kann. Darüber hinaus werden Entscheidungen nicht immer sofort an die Teammitglieder kommuniziert. Das Kriterium *Qualität der Kommunikation* bezieht sich auf die Herausforderung, dass die digitale Kommunikation oft sehr mangelhaft ist. Mögliche Quellen, die die Qualität der Kommunikation stören, können Tonprobleme oder mangelnder Blickkontakt sein. Diese Umstände können dazu führen, dass Diskussionen schwierig sind oder gar nicht stattfinden. (Duehr, Hettel et al., 2022)

⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

- Der Kritikalitätsfaktor *Digitale Infrastruktur* mit dem Kriterium *Verfügbarkeit von Daten* beschrieben. Teammitglieder, insbesondere diejenigen, die mit Projektpartnern außerhalb ihres Unternehmens zusammenarbeiten, gaben an, dass weiterhin viele Probleme beim Austausch von Daten über Tool- oder Unternehmensgrenzen hinweg aufzufinden sind. Zudem sind nicht alle Teammitglieder an allen Standorten mit einer Basisinfrastruktur für die digitale Kommunikation ausgestattet, wie bspw. mit Kamera und Mikrofon. Bei hybriden Besprechungen, die mit mehreren Teilnehmenden an einem Standort und weiteren an anderen Standorten als noch schwieriger zu handhaben gelten, fehlen unterstützende Tools wie Konferenzmikrofone. (Duehr, Hettel et al., 2022)
- Der Kritikalitätsfaktor *Entwicklungsteam*, als Zentrum der Produktentwicklung (vgl. Albers et al. (2019)), ist noch stärker von der Erfahrung der Teammitglieder abhängig als bei standortgebundenen Teams. Da die Teammitglieder an verteilten Standorten nur schwer zu erreichen sind, wirkt sich eine steigende Anzahl von Teammitgliedern zusätzlich negativ auf die Zusammenarbeit aus. (Duehr, Hettel et al., 2022)

4.1.6 Zwischenfazit

Dieses Kapitel stellt eine Grundlage für den weiteren Umgang mit den Herausforderungen dar, die sich aus der standortverteilten Durchführung von Produktentstehungsaktivitäten ergeben. Daher wurden die Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität einer standortverteilten Durchführung von Produktentwicklungsaktivitäten im Vergleich zu einer standortgebundenen Durchführung analysiert und in sogenannten Kritikalitätsfaktoren zusammengefasst, die als Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Produktentwicklung dienen. Abbildung 4.10 fasst die Ergebnisse des Abschnitts 4.1 zusammen.

4.1



FF1.1: Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten

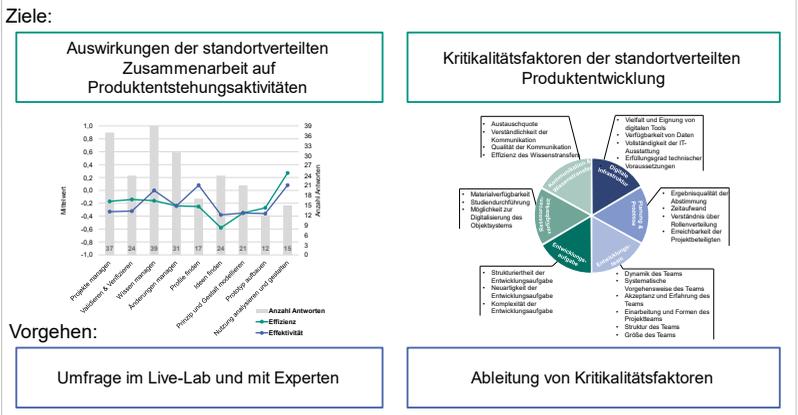


Abbildung 4.10: Ziele, Vorgehen und Ergebnisse der Analyse der Auswirkungen standortverteilter Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten

In zwei aufeinanderfolgenden Studien, einer Live-Lab-Studie und einer Feldstudie, wurde herausgefunden, dass fast alle standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten derzeit eine geringere Effizienz und Effektivität im Vergleich zu standortgebundenen Aktivitäten aufweisen. Trotz der Tatsache, dass sich die Auswirkungen mehrerer Aktivitäten in den verschiedenen Studien vergleichen lassen, müssen Aussagen über die Auswirkungen auf Effizienz- und Effektivität immer in Abhängigkeit der durchzuführenden Aktivität und dem Zeitpunkt der Durchführung im Produktentstehungsprozess getroffen werden. Insbesondere in der Live-Lab-Studie, in der die verschiedenen Aktivitäten zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Produktentwicklungsprozess untersucht wurden, wurden bei der phasenübergreifenden Betrachtung der Bewertung hohe Standardabweichungen gemessen. Diese Ergebnisse unterstreichen die Schlussfolgerung aus der Literaturrecherche, dass es keine einheitliche Meinung über die Auswirkungen gibt. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass die Aktivität *Ideen finden* eine überdurchschnittlich negative Auswirkung aufweist. Dies bestätigt somit die Aussage aus der Literatur, dass vor allem der Kreativitätsprozess bei der Arbeit in standortverteilten Teams unterstützt werden muss (Alahuhta, Nordbäck, Sivunen & Surakka, 2014; Brucks & Levav, 2022). Die einzige Aktivität mit einer durchgängig positiven Auswirkung wurde hingegen im Live-Lab für die Aktivität *Wissen managen*

analysiert. Kritisch anzumerken ist, dass nur eine von sechs Nullhypothesen verworfen werden konnte. Zudem sticht die Kategorie *Wissen managen* hervor, da sie die signifikantesten Unterschiede bei der Analyse hinsichtlich Effektivität und Effizienz zu haben scheint, was eine genauere Untersuchung dieser Aktivität erfordert. (Duehr, Hettel et al., 2022)

Als Limitierungen der Studie sollte zusätzlich die relativ kleine und schwankende Stichprobengröße der Daten beachtet werden. Insbesondere der Datensatz über die vier aufeinanderfolgenden Live-Lab-Studien schwankte zwischen 17 und 32 Teilnehmenden. Darüber hinaus wurden in der Live-Lab-Studie die Auswirkungen durch den Wechsel von der standortgebundenen zur standortverteilten Durchführung der Aktivitäten nur anhand der Erwartungen der Teilnehmenden der Studie bewertet. Der Vergleich anhand der Studie mit Experten aus der Praxis unterstützt jedoch die Ergebnisse.

4.2 Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung

Der Stand der Forschung zeigt, dass die standortverteilte Produktentwicklung viele Chancen, jedoch auch viele Herausforderungen mit sich bringt. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, ist es notwendig, ein Verständnis dafür zu entwickeln, welche Einflussfaktoren mögliche Stellhebel zur Minimierung der negativen Auswirkungen sind und damit maßgeblich zum Erfolg von standortverteilten Entwicklungsprojekten beitragen. Ausgehend von der Vielzahl bestehender Ansätze zur Beschreibung von Entwicklungskontexten ist es das Ziel dieses Kapitels, die erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zu identifizieren. Dazu soll die folgende Teilforschungsfrage beantwortet werden:

- 1.2 Welche zu Handlungsfeldern zusammengefassten Einflussfaktoren bestimmen den Erfolg von standortverteilten Produktentwicklungsprojekten?

Abbildung 4.11 zeigt die Ziele und das Vorgehen zur Ableitung von Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung.

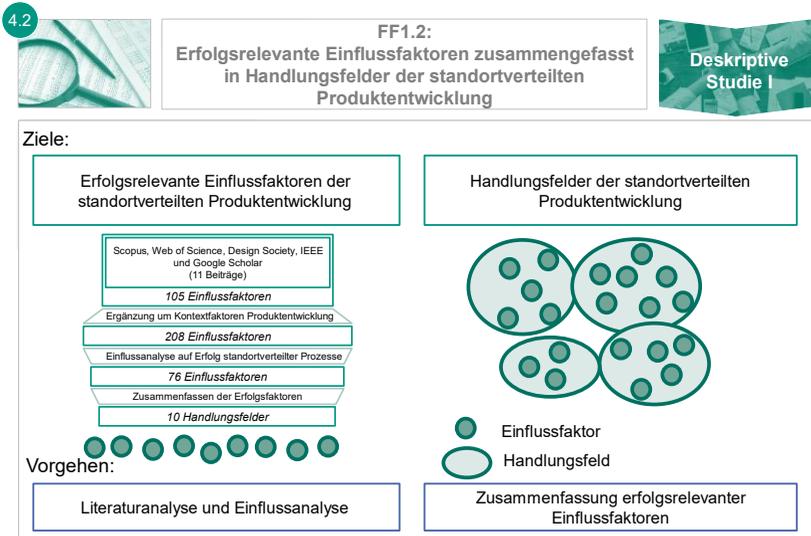


Abbildung 4.11: Ziele und Vorgehen der Ableitung von Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung

Zunächst werden durch eine Literaturanalyse die Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung literaturbasiert gesammelt, ergänzt und durch die Analyse ihres Einflusses auf den Erfolg standortverteilter Entwicklungsprojekte reduziert. Die Zusammenfassung der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren als mögliche Stellhebel zur Minimierung der negativen Auswirkungen zu Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung dienen im weiteren Verlauf der Arbeit als einer der Hauptbestandteile der zu entwickelnden Methode.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Abschnitts wurden wie angegeben auf Fachkonferenzen (Albers, Weissenberger-Eibl, Duehr, Zech & Seus, 2020; Duehr, Kopp, Walter, Spadinger & Albers, 2019; Duehr, Hirsch et al., 2020; Duehr, Hofelich, Beck & Albers, 2021) veröffentlicht und waren Gegenstand von durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeiten (Beck, 2021; Hirsch, 2019; Kopp, 2019; Zech, 2019)⁷.

⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

4.2.1 Forschungsvorgehen

Zunächst wurde eine systematische Literaturrecherche im Bereich der standortverteilten Produktentwicklung als Methode der qualitativen Forschung durchgeführt, um die Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zu ermitteln. Zwei Cluster von deutschen sowie englischen Suchbegriffen wurden auf fünf Datenbanken (Scopus, Web of Science, Design Society, IEEE und Google Scholar) angewendet (vgl. Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Die zwei verwendeten Cluster von Suchbegriffen sowie die verwendeten Datenbanken. Angepasste Tabelle aus Duehr et al. (2019) und Kopp (2019)⁸

Standortverteilte Produktentwicklung	Methoden in der standortverteilten Produktentwicklung	Datenbanken
verteilte Produktentwicklung	Methode verteilte Produktentwicklung	Google Scholar
verteilte Entwicklung	Anpassung Methode verteilte Produktentwicklung	IEEE
verteilte Entwicklungsprozesse	Methoden virtuelle Teams	Scopus
standortübergreifende Entwicklung	Adaption Methode verteilte Produktentwicklung	Web of Science
vernetzte Produktentwicklung	Adaption Methode virtuelle Teams	Design Society
virtuelle Teams	Auswahl Methode verteilte Produktentwicklung	
Virtualitätsgrad	Auswahl Entwicklungsmethode virtuelle Teams	
distributed design	collaborative design methods	
distributed product development	method distributed development	
collaborative engineering	method dispersed development	
cross enterprise engineering	design method adaptation distributed development	
offshore development	decentralized design method	
virtual teams	distributed method adaptation	
dispersed collaboration	selection design method distributed design	
degree of virtuality		
dimensions of virtuality		
discontinuities virtual teams		

Von den insgesamt erzielten Suchergebnissen wurden nach der Prüfung des Titels und des Abstracts elf Publikationen als besonders relevant eingestuft und weiter auf Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung untersucht. Das Vorgehen zur Identifikation, Reduzierung und Zusammenfassung der Einflussfaktoren zu

⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

den zehn Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung ist in Abbildung 4.12 visualisiert.



Abbildung 4.12: Vorgehen zur Identifikation, Reduzierung und Zusammenfassung der Einflussfaktoren zu den 10 Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung

In den elf Publikationen wurden 105 Einflussfaktoren identifiziert (Kopp, 2019)⁹. Um sicherzustellen, dass alle relevanten Bereiche der Produktentwicklung berücksichtigt werden, wurde ein Abgleich mit den Einflussfaktoren zur Beschreibung allgemeiner Produktentwicklungskontexte nach Wilmsen et al. (2019) durchgeführt. Um die große Anzahl der nun aggregierten 208 Einflussfaktoren handhabbar zu machen, wurde der Grad ihres Einflusses auf die Erfolgsfaktoren diskutiert, um die relevantesten Einflussfaktoren für den Erfolg eines standortverteilten Entwicklungsprozesses zu identifizieren. Der Grad des Einflusses wurde anhand der Bezeichnungen und Erklärungen der Faktoren in der Literatur durch zwei Forschende unabhängig voneinander eingeschätzt. Dazu wurde die folgende Bewertungsskala angewendet: 0 - kein Einfluss, 1 - geringer bis mittlerer Einfluss, 2 - hoher Einfluss. Der anschließend gebildete Summenwert gibt den Grad des Einflusses jedes Einflussfaktors auf den Erfolg von standortverteilten Entwicklungsprozessen an. Zur Ermittlung des Grenzwertes der Summenwerte, der die Anzahl der zu betrachtenden erfolgsrelevanten Einflussfaktoren angibt, wurde der Scree-Test (Cattell, 1966) auf Basis der absteigend sortierten Summenwerte durchgeführt (vgl. Abbildung 4.13). Schließlich wurden 76 erfolgsrelevante Einflussfaktoren identifiziert und den Clustern *Makroökonomie, Mikroökonomie, Organisation, Produkt, Werkzeuge, Methoden und Prozesse* sowie

⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Entwicklungsteam nach Blessing und Chakrabarti (2009) zugeordnet. (Albers, Weissenberger-Eibl et al., 2020), (Zech, 2019)¹⁰

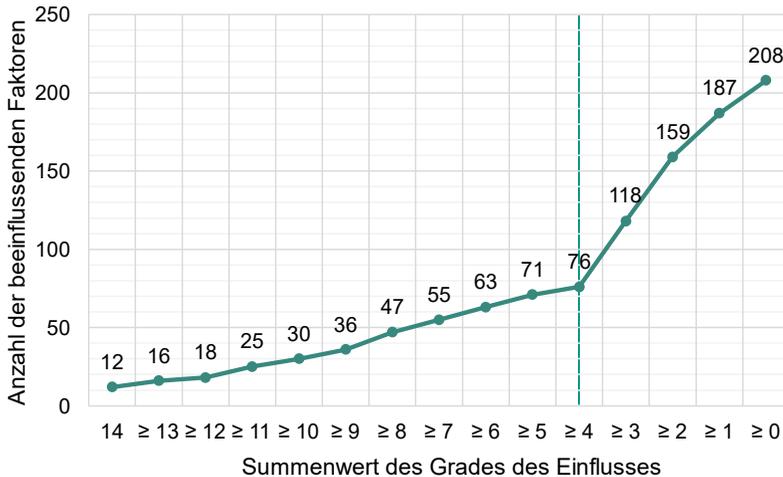


Abbildung 4.13: Auswertung des Scree-Tests zur Auswahl der einflussreichsten Faktoren auf den Erfolg standortverteilter Produktentwicklungsprozesse ergibt 76 erfolgsrelevante Einflussfaktoren. Angepasste Darstellung aus Albers und Weissenberger-Eibl et al. (2020) und Zech (2019)¹¹

Zur letztendlich übersichtlichen Darstellung und zur Vereinfachung im Umgang mit den erfolgsrelevanten Einflussfaktoren wurden diese geclustert und in Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung zusammengefasst. Hierzu wurde das Average-Linkage-Verfahren angewandt (Madhulatha & T. Soni, 2012). Mit der erneuten Anwendung des Scree-Test (Cattell, 1966) wird die Endanzahl der Cluster festgelegt, sodass eine weitere Zusammenfassung von Clustern keinen ausreichenden Informationsgewinn erbringt. Auf diese Weise ergaben sich zehn Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung zugeordnet zu den Gestaltungsdimensionen *Mensch*, *Technologie* und *Organisation*, welche im Ergebnisabschnitt vorgestellt werden.

¹⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

4.2.2 Literaturbasierte Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung

Tabelle 4.2 zeigt einen Auszug der in der Literatur identifizierten Einflussfaktoren.

Tabelle 4.2: Auszug der literaturbasierten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zugeordnet den Clustern nach Blessing und Chakrabarti (2009). Angepasste Darstellung nach Zech (2019)¹²

Nummer	Einflussfaktor	Ursprungsquelle	Cluster (Anwendungsebene)
1 - 109	Informationen für Produktentwicklung	Gericke et al. (2013)	Mikroökonomie
2 - 110	Verständnis über Notwendigkeit	Gericke et al. (2013)	Mikroökonomie
33 - 31	Kultur	Ostergaard und Summers (2009)	Entwicklungsteam
34 - 62	Zeitdifferenz zwischen Zeitzonen	Pérea et al. (2011)	Entwicklungsteam
35 - 113	Standort	Gericke et al. (2013)	Organisation
36 - 115	Klarheit der Ziele	Gericke et al. (2013)	Organisation
65 - 1	Anzahl der Partner	Gaul (2001)	Produkt
66 - 5	Teamorganisation	Gaul (2001)	Entwicklungsteam
67 - 10	Anzahl der Schnittstellen	Gaul (2001)	Produkt
68 - 11	Datenzugriff	Gaul (2001)	Produkt
69 - 28	Funktionen	Trzcielński und Wojtkowski (2007)	Organisation

Die Analyse der Beiträge zeigt vor allem eine wesentliche Unterscheidung in der Bezeichnung und Beschreibung der Einflussfaktoren, welche eine nachgelagerte Überarbeitung hinsichtlich einer einheitlichen Formulierung unabdingbar macht. (Zech, 2019)¹³ Abbildung 4.14 zeigt die Zuordnung der Einflussfaktoren zu den Clustern *Makroökonomie*, *Mikroökonomie*, *Organisation*, *Produkt*, *Werkzeuge*, *Methoden* und *Prozesse* sowie *Entwicklungsteam* nach Blessing und Chakrabarti (2009). Dabei lässt sich erkennen, dass mehr als die Hälfte der Einflussfaktoren den Clustern *Produkt* und *Entwicklungsteam* zugeordnet wurde. Diese Aussage lässt sich durch ein Zitat von Gierhardt (2001, S. 102) bestätigen. Dieser schreibt, „dass die effektive und effiziente Teamarbeit gerade im Rahmen global verteilter Produktentwicklung Grundlage für [die] erfolgreiche Erfüllung [...] komplexer Aufgaben ist.“ Angelehnt daran lassen sich die hohe Anzahl an Einflussfaktoren im Cluster *Produkt* dadurch begründen, dass das Wissen über das Produkt entscheidend ist, um mit

¹² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

der Komplexität des Produktentwicklungsprozesses umgehen zu können (Bavendiek, Inkermann & Vietor, 2017). Darüber hinaus beschreibt Bavendiek et al. (2017), dass in standortverteilten Produktentwicklungsteams ergänzende Qualifikationen, spezifische Fähigkeiten und weitere Kompetenzen ausschlaggebend für eine erfolgreiche Projektumsetzung sind. (Zech, 2019)¹⁴



Abbildung 4.14: Zuordnung der Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zeigt Produkt und Entwicklungsteam als Cluster mit meisten Einflussfaktoren. Angepasste Darstellung nach Albers und Weissenberger-Eibl et al. (2020) und Zech (2019)¹⁵

Eine Priorisierung der für den Erfolg relevantesten Einflussfaktoren durch eine Einschätzung des Einflusses der Einflussfaktoren auf den Erfolg standortverteilter Produktentwicklungsprozesse wurde nachgehend fokussiert, um somit auf eine für Produktentwicklungsteams handhabbare Anzahl an Einflussfaktoren zu kommen.

4.2.3 Erfolgsrelevante Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung

Für die Bestimmung der relevantesten Einflussfaktoren zeigte der Scree-Test (vgl. Abbildung 4.13) eine signifikante Gradientenvariation an dem Punkt mit der höchsten Differenz in der Anzahl der Einflussfaktoren pro Summenwert. Vor diesem Hintergrund ist diese Differenz bei der Betrachtung der dargestellten Abbildung an der Position ≥ 4 festzustellen, was zu einer Gesamtzahl von 76 erfolgsrelevanten Einflussfaktoren führte. Die vollständige Liste der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren ist in Tabelle 4.3 abgebildet.

¹⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle 4.3: Übersicht der literaturbasierten erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zugeordnet zu den Clustern nach Blessing und Chakrabarti (2009). Übersetzte Darstellung aus Albers und Weissenberger-Eibl et al. (2020)

Makro- ökonomie	Mikro- ökonomie	Organisation	Produkt	Werkzeuge, Methoden, Prozesse	Entwicklungsteam
Politik	Kunden- einbindung	Zusammenarbeit mit Lieferanten	Industriebranche	Unterstützung durch Methoden und Tools (Integration in Teams)	Sprache
Öffentlichkeit		Standort	Integration in Unternehmen	Änderungs- management	Kultur
Rechtliche Gestaltung		Größe (Unternehmens- merkmale)	Anzahl der Schnittstellen	Werkzeug- kompatibilität	Anzahl der verschiedenen Nationalitäten
Einrichtungen zur Prüfung und Zertifizierung		langfristige Ausrichtung	Datenzugriff	Techniken/Tech- nologien (Kommunikation)	Zeitdifferenz zwischen Zeitzone
Globalisierung des Produkts		Ausrichtung auf Vision und Ziele	Sicherheit	Art der Interaktion	Qualifikation der Mitarbeiter
		Klarheit der Ziele	Integration in Prozesse	System- übergreifende Methodennutzung	Erfahrung der Mitarbeiter
		Führungsstile	Formalisierungs- grad	Unterstützung der Methoden- anwendung	Kompetenz (methodisch, sozial und technisch)
		Produkt- entwicklungs- strategien (F&E)	Zielverständnis	Entscheidung für eine Auswahl an technischen Lösungen	Kreativität
		Wissens- management	Projektgrenze	Entscheidung für eine Auswahl an Konzepten	Produktivität
		Zusammenarbeit zwischen Abteilungen	Projektgröße/ umfang		Arbeitsqualität
			Projektbudget		Methodenwissen
			Projektisiko		Teamgröße und – zusammensetzung
			Prozessansatz funktionsübergreif ende Interaktion		Teamorganisation
			Komplexität		Teamstrukturen an Standorten
			Neuentwicklungs- anteil		Art der Distanz (Entfernung)
			vorhandenes Wissen über Referenz- produkte		Mobilität
			Grad an Virtualität des Prototypen		Arbeiten mit Personen mit verschiedenen Kollaborationstechnologien
			Verfügbarkeit Technologie		Arbeiten in Teams mit unterschiedlicher Arbeitsmöglichkeit
			Zuverlässigkeit (Kommunikation)		Verständnis unterschiedlicher Rahmenbedingungen (wirtschaftlich, sozial + rechtlich)
			Häufigkeit (Kommunikation)		Projektarbeit bei Wechsel der Teammitglieder
		Verfügbarkeit erforderlicher Informationen		Unabhängigkeit des Teams	
		Aktualität der Informationen		Erfahrung mit Kommunikationstechnologie	
		Anpassung an kulturelle Gegebenheiten		Erfahrung in der Arbeit mit virtuellen Teams	
				Häufigkeit persönlicher Treffen	
				Beziehungen zwischen den Teams	
				Stufe der Teamentwicklung/-reifung (Individuum) Persönlichkeit	

Die identifizierten und priorisierten Einflussfaktoren beschreiben die Faktoren, die maßgeblich für den Erfolg standortverteilter Produktentwicklungsprozesse ausschlaggebend sind und somit die wichtigsten Stellhebel darstellen, um Herausforderungen und Probleme in der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams anzugehen. Abbildung 4.15 zeigt die Zuordnung der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren zu den Clustern nach Blessing und Chakrabarti (2009).

Makro- ökonomie	Mikro- ökonomie	Orga- nisation	Produkt	Werkzeuge, Methoden, Prozesse	Ent- wicklungs- team
5 Faktoren	1 Faktor	10 Faktoren	24 Faktoren	9 Faktoren	27 Faktoren

Abbildung 4.15: Zuordnung der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zeigt Produkt und Entwicklungsteam als Cluster mit meisten Einflussfaktoren. Angepasste Darstellung nach Albers und Weissenberger-Eibl et al. (2020) und Zech (2019)¹⁶

Die Zuordnung in Abbildung 4.15 lässt erkennen, dass das Verhältnis der Zuordnung zu den einzelnen Clustern ähnlich der Verteilung der Einflussfaktoren ist. Wie auch bei den Einflussfaktoren, umfassen die Cluster *Produkt* und *Entwicklungsteam* mehr als die Hälfte der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren. Dabei ist zu erkennen, dass die Anzahl der Faktoren im *Entwicklungsteam* überproportional zugenommen hat. Dies lässt schlussfolgern, dass ein effizient und effektiv arbeitendes Produktentwicklungsteam einen maßgeblichen Einfluss auf die erfolgreiche Durchführung von standortverteilten Produktentwicklungsprojekten hat. (Albers, Weissenberger-Eibl et al., 2020)

4.2.4 Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung

Durch das thematische Clustern der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren und der nachgelagerten Überarbeitung der Faktoren hinsichtlich der Formulierungen und einer Kurzbeschreibung der Einflussfaktoren (vgl. Anhang B) zeigt Abbildung 4.16 die zehn Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung inklusive der zugeordneten erfolgsrelevanten Einflussfaktoren.

¹⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung

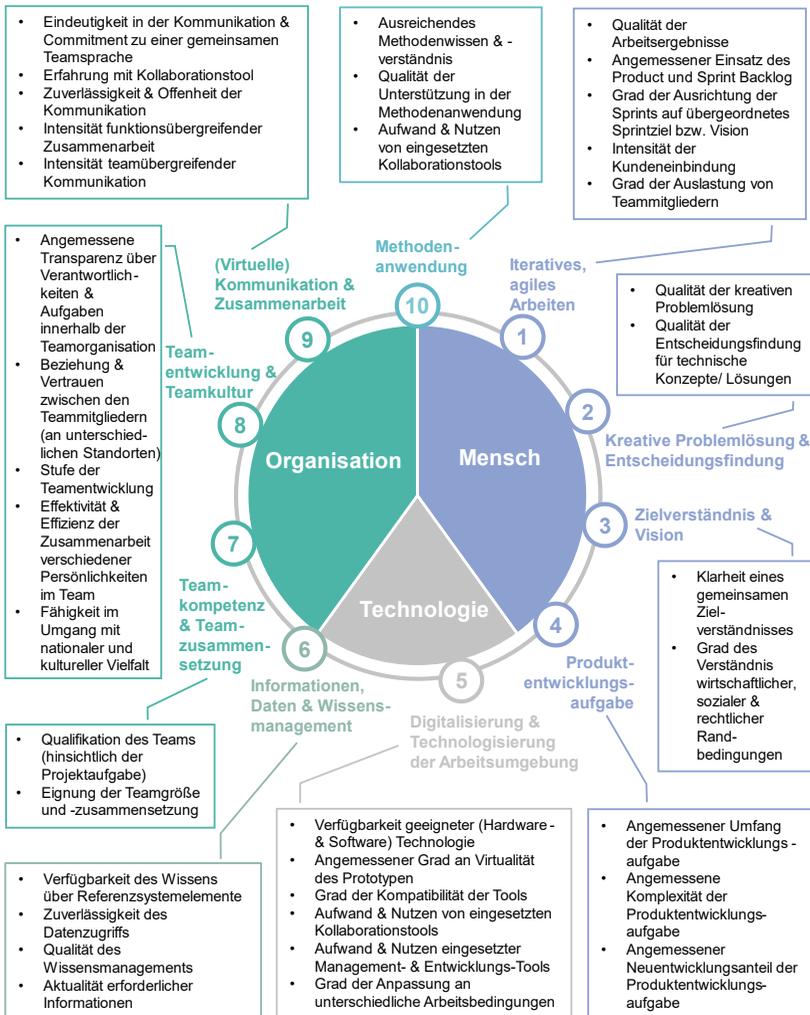


Abbildung 4.16: Die 10 Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung inklusive der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren zugeordnet zu den Gestaltungsdimensionen *Mensch*, *Technologie* und *Organisation*. Übersetzte und angepasste Darstellung nach Duehr et al. (2021)

Die Dimension *Organisation* umfasst die Handlungsfelder:

- *Iteratives, agiles Arbeiten* mit dem Fokus auf dem ressourcengerechten Einsatz zur Erreichung des Entwicklungsziels sowie weiterer Ziele agiler Arbeitsweisen,
- *Kreative Problemlösung und Entscheidungsfindung* umfasst Qualität der kreativen Problemlösung und der Erarbeitung von Alternativen zur Problemlösung,
- *Zielverständnis und Vision* zielt auf die Klarheit festgelegter Ziele sowie der einhergehenden Rahmenbedingungen ab, sowie
- *Produktentwicklungsaufgabe* zur Fokussierung eines angemessenen Umfangs, einer angemessenen Komplexität und einem angemessenen Neuentwicklungsgrad der Produktentwicklungsaufgabe.

Die Dimension *Technologie* umfasst die Handlungsfelder:

- *Digitalisierung und Technologisierung der Arbeitsumgebung* mit dem Fokus auf der Verfügbarkeit geeigneter Technologien, deren Kompatibilität, der damit einhergehenden möglichen Virtualität der Prototypen, dem Fokus auf ein geeignetes Aufwand-Nutzen-Verhältnis im Einsatz verschiedener Tools sowie dem Umgang mit unterschiedlichen Arbeitsmitteln, und
- *Informationen, Daten und Wissensmanagement* fokussiert die Verfügbarkeit und Aktualität von Informationen, Daten und Wissen, deren Qualität sowie die Zuverlässigkeit auf den Zugriff.

Die Dimension *Mensch* umfasst die Handlungsfelder:

- *Teamentwicklung und Teamkultur*, welches das Vertrauen und die Beziehungen innerhalb des Entwicklungsteams, die Stufe der Teamentwicklung, die Qualität der Zusammenarbeit basierend auf verschiedenen Persönlichkeiten und Kulturen sowie die angemessene Transparenz über Verantwortungen in den Vordergrund stellt,
- *Teamkompetenzen und Teamzusammensetzung* mit der Eignung des Teams hinsichtlich Qualifikationen, Teamgröße und -zusammensetzung,
- *(Virtuelle) Kommunikation und Zusammenarbeit* mit dem Fokus auf Eindeutigkeit, Zuverlässigkeit, Offenheit und Intensität der Kommunikation sowie der Erfahrungen der Mitglieder mit Kollaborationstools, sowie der
- *Methodenanwendung* fokussierend auf dem vorhandenen Methodenwissen, der Unterstützung im Umgang mit Methoden sowie einem angemessenen Aufwand-Nutzen-Verhältnis im Einsatz von Kollaborationstools (überschneidend mit Dimension Organisation).

erfolgsrelevanten Einflussfaktoren, den Gestaltungsdimensionen *Mensch* und *Organisation* zugewiesen sind. Somit gibt es erkennbar weniger Einflussfaktoren der Dimension *Technologie*, die einen entscheidenden Einfluss auf den Erfolg von standortverteilten Produktentwicklungsprozessen aufweisen. Die Ergebnisse stellen zudem einen Beitrag zur Charakterisierung von standortverteilten Produktentwicklungssituationen dar.

4.3 Zielsystemelemente der Methode

Da die Produktentwickelnden als Anwendende von Methoden im Zentrum der Produktentwicklung stehen, ist es entscheidend, die Gestaltung einer solchen Methode an ihren Bedürfnissen auszurichten. Der Fokus dieses Abschnitts liegt daher auf der Identifikation von Zielsystemelementen der Methode bestehend aus Zielen einer Methode und Anforderungen an eine Methode, die eine Verbesserung der Zusammenarbeit von standortverteilten Entwicklungsteams unterstützt. Dazu soll die folgende Teilforschungsfrage beantwortet werden:

- 1.3 Welche Ziele umfasst eine Methode und welche Anforderungen werden an eine Methode gestellt, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale ihrer standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen?

Abbildung 4.18 zeigt das Vorgehen zur Definition von Zielsystemelementen einer Methode zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung. Zur Beantwortung der Frage wurde eine zweistufige Expertenstudie durchgeführt. In der ersten Stufe dienten Experteninterviews aufbauend auf einer initialen Literaturanalyse basierend auf den grundlegenden Zielen der Methode als qualitative Erhebungsmethode. In der zweiten Stufe wurden die Zielsystemelemente in einer Umfragestudie quantitativ bewertet. Das Ergebnis sind 16 Zielsystemelemente der Methode bestehend aus Zielen der Methode und Anforderungen an die Methode, die im weiteren Verlauf der Arbeit als Teil des Zielsystems der Methode dienen. Basierend auf Pohl (2007) und Ebel (2015) ist ein Ziel die intentionale Beschreibung eines charakteristischen Merkmals der zu entwickelnden Methode. Den Autoren zufolge ist darauf aufbauend eine Anforderung eine Bedingung, die die Methode erfüllen muss, um das Ziel der Methode zu erreichen.

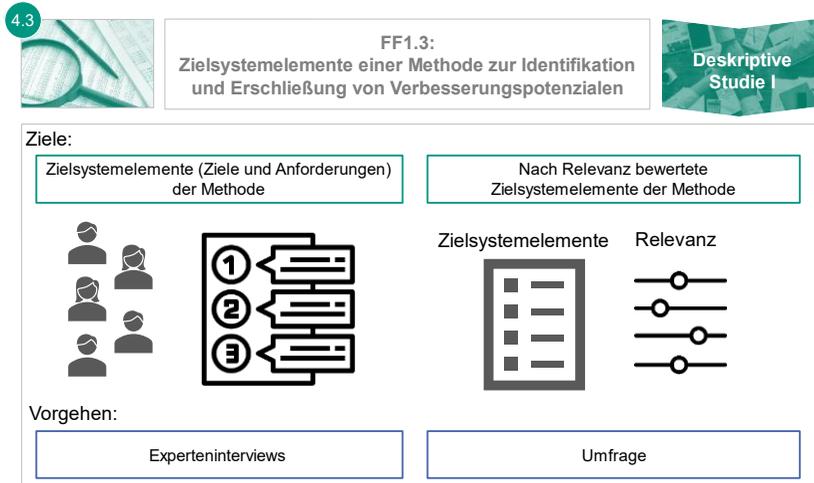


Abbildung 4.18: Ziele und Vorgehen der Definition von Zielsystemelementen einer Methode zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Abschnitts wurden wie angegeben auf einer Fachkonferenz veröffentlicht (Duehr, Schiele et al., 2021) und waren Gegenstand von durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeiten (Mueller, 2021; Schiele, 2020)¹⁷.

4.3.1 Forschungsvorgehen

In einer zweistufigen Expertenstudie wurden Zielsystemelemente einer Methode abgeleitet, die es Entwicklungsteams ermöglicht, die standortverteilte Zusammenarbeit zu verbessern. Die Quelle für die Ermittlung der Zielsystemelemente in der ersten Stufe waren fünf Experteninterviews sowie eine Literaturrecherche basierend auf den grundlegenden Zielen der Methode (vgl. Abschnitt 3.2). Für die qualitative Ermittlung der Zielsystemelemente in der ersten Stufe der Studie wurden fünf halb-strukturierte Interviews mit Experten aus verschiedenen Geschäftsbereichen und mit Expertise (> 3 Jahre) in der standortverteilten Produktentwicklung durchgeführt. Die Experten deckten die Positionen und Expertisen, abgebildet in Tabelle 4.4, ab.

¹⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle 4.4: Liste der Experten mit Position und Expertise

Nr.	Kürzel	Position und Expertise
1	Experte A	Masterand Fachrichtung Maschinenbau
2	Experte B	Manager im Bereich der Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Mutter- und Tochtergesellschaft
3	Experte C	Innovation Manager Automobilzulieferer
4	Experte D	Wissenschaftlich mitarbeitende Person Innovationsmanagement
5	Experte E	Geschäftsführer Lebensmittelindustrie

Die halb-strukturierten Interviews dauerten zwischen 60 und 90 Minuten, um eine tiefe Auseinandersetzung mit dem Forschungsthema zu gewährleisten. Die Struktur der Interviews ist im Anhang C zu finden. Im Anschluss wurden die Ergebnisse konsolidiert und in Ziele und Anforderungen überführt. Dazu wurden zunächst aus den Transkripten Aussagen über mögliche Ziele der zu entwickelnden Methode und Anforderungen an die zu entwickelnde Methode extrahiert, mit ähnlichen Aussagen zusammengefasst und den Dimensionen *Mensch*, *Technologie* und *Organisation* zugeordnet. Im nächsten Schritt wurden Ursachen für Probleme bei der Identifizierung und Erschließung von Verbesserungspotenzialen aus den Interviews gesammelt und deren Folgen analysiert. Die daraus erlangten Erkenntnisse bildeten das Zielsystem der Methode. Da die Methode eine ganzheitliche Unterstützung zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit und damit auch die Auswertung der Methodenanwendung hinsichtlich ihres Erfolgs unterstützen soll, wurden die Zielsystemelemente in Anlehnung an die DRM den Bewertungskriterien von Blessing und Chakrabarti (2009) zugeordnet. Diese sind die Unterstützungsleistung, die Anwendbarkeit und der Erfolgsbeitrag. (Schiele, 2020)¹⁸

Um die Relevanz der ermittelten Zielsystemelemente in der zweiten Stufe der Expertenstudie quantitativ zu bewerten, wurden die Zielsystemelemente in einen Online-Fragebogen übertragen (vgl. Anhang D). Zur Bewertung der Relevanz wurde eine fünfstufige Ordinalskala verwendet (1 – sehr wichtig; 5 – sehr unwichtig). Insgesamt füllten 125 Teilnehmende den Fragebogen aus. Abbildung 4.19 zeigt die Verteilung der Umfrageteilnehmenden auf ihre Tätigkeitsbereiche.

¹⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

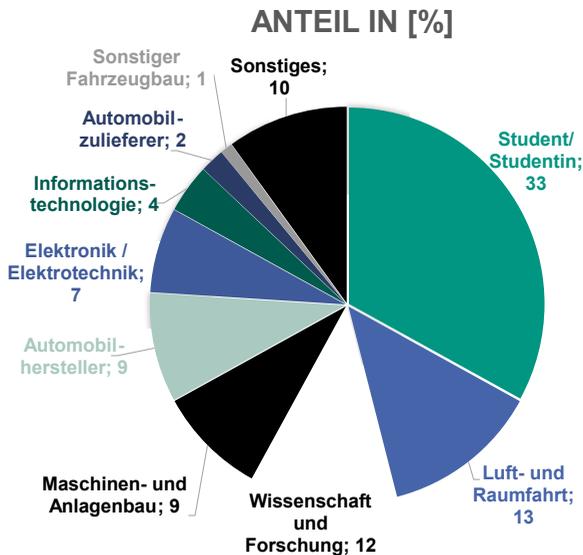


Abbildung 4.19: Verteilung der n = 125 Befragten nach ihren Tätigkeitsbereichen. Angepasste Darstellung nach Duehr und Schiele et al. (2021) und Mueller (2021)¹⁹

Um die Relevanz sowie die Unterschiede zwischen den Relevanzbewertungen der einzelnen Zielsystemelemente bestimmen zu können, wurden Methoden der Stochastik angewendet. Basierend auf den drei DRM-Bewertungstypen wurden für jede teilnehmende Person die individuelle Rangfolge der Zielsystemelemente des jeweiligen DRM-Bewertungstyps mithilfe der individuellen Relevanzbewertung berechnet. Für jedes Zielsystemelement wurde anschließend die Rangsumme berechnet.

Der Friedman-Test wurde durchgeführt, um die Relevanzbewertungen der unterschiedlichen Zielsystemelemente miteinander zu vergleichen. Der Test prüft, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Zielsystemelementen für jeden Bewertungstyp vorliegt durch den Vergleich der Rangsummen. Der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest wurde daraufhin durchgeführt, um die stochastische Unabhängigkeit der Zielsystemelemente nachzuweisen. Paarweise Post-hoc-Tests dienten als differenzierte Betrachtung der Relevanzunterschiede der einzelnen Zielsystemelemente eines Bewertungstyps. Zur Neutralisierung der Alpha-

¹⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Fehlerakkumulation aufgrund der multiplen Vergleiche, wurde die Bonferroni-Korrektur der p-Werte angewendet. Der Grenzwert der als signifikant betrachteten Unterschiede in der Relevanzbewertung zweier Zielsystemelemente wurde bei einem p-Wert kleiner als 0,05 angenommen. (Duehr, Schiele et al., 2021), (Mueller, 2021)²⁰

4.3.2 Zielsystemelemente einer Methode zur Befähigung standortverteilter Entwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen

Insgesamt wurden durch die zweistufige Studie 16 Zielsystemelemente einer Methode für die Befähigung standortverteilter Entwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen identifiziert. Diese werden im Folgenden jeweils anhand der DRM-Bewertungstypen vorgestellt. Die folgenden Abkürzungen werden für die 16 identifizierten Zielsystemelemente verwendet:

- Ex: Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags Ex mit x von 1 bis 4
- Uy: Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung Uy mit y von 1 bis 6
- Az: Zielsystemelemente der Anwendbarkeit Az mit z von 1 bis 6

4.3.2.1 Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags

Die Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags spezifizieren die grundsätzliche Zielsetzung und den Bedarf nach der Unterstützung durch eine Methode und sind als Ziele formuliert. Tabelle 4.5 stellt die vier identifizierten Zielsystemelemente der Methode für den Erfolgsbeitrag nach der DRM basierend auf den Ergebnissen der ersten Stufe der Studie dar. Die Auswertung der Relevanz zeigt, dass das Zielsystemelement, die standortverteilte Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams zu verbessern (E1), die höchste Relevanz aufweist.

Basierend auf den Bewertungsergebnissen der zweiten Stufe ergibt der Friedman-Test signifikante Unterschiede in der Relevanz der unterschiedlichen Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags mit einer Teststatistik von $\chi^2(3) = 26,726$ und einem p-Wert von $p < 0,001$. Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche durch den Post-hoc-

²⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Test zeigen, dass das Zielsystemelement E1 eine signifikant höhere Relevanz aufweist als die Zielsystemelemente E2 und E3. (Duehr, Schiele et al., 2021), (Mueller, 2021)²¹

Tabelle 4.5: Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags der Methode. Angepasste Darstellung nach Duehr und Schiele et al. (2021) und Mueller (2021)²²

	Die Methode soll ...	Relevanz*
E1	... die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams unterstützen.	1,6
E2	... das Aufwand-Nutzen-Verhältnis des Prozesses zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit positiv beeinflussen.	1,9
E3	... die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams verbessern.	1,9
E4	... die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams verbessern.	1,8

*Relevanz des Zielsystemelements [1 (sehr wichtig) – 5 (sehr unwichtig)]

4.3.2.2 Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung

Die in den Experteninterviews identifizierten sechs Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung der Methode, formuliert als Ziele, zeigt Tabelle 4.6. Die Auswertung der Relevanz zeigt, dass die Zielsystemelemente, die Unterstützung der Identifikation kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung (U2) und die Unterstützung der definierten Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit (U5) als am relevantesten bewertet werden.

Basierend auf den Bewertungsergebnissen der zweiten Stufe ergibt der Friedman-Test signifikante Unterschiede in der Relevanz der unterschiedlichen Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung mit einer Teststatistik von $\chi^2(5) = 43,696$ und einem p-Wert von $p < 0.001$. Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche durch den Post-hoc-Test zeigen, dass lediglich das Zielsystemelement, dass die Methode die Identifikation kritischer Aktivitäten in der standortverteilten Produktentwicklung un-

²¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

²² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

terstützen soll (U2), eine signifikant höhere Relevanz aufweist als die anderen Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung. (Duehr, Schiele et al., 2021), (Mueller, 2021)²³

Tabelle 4.6: Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung der Methode. Angepasste Darstellung nach Duehr und Schiele et al. (2021) und Mueller (2021)²⁴

	Die Methode soll ...	Relevanz*
U1	... das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die standortverteilte Produktentwicklung unterstützen.	2,4
U2	... die Identifikation kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung unterstützen.	2,0
U3	... die Analyse von Verbesserungspotenzialen der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	2,3
U4	... die Definition von Maßnahmen zur Erschließung von Verbesserungspotenzialen der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	2,4
U5	... die Umsetzung definierter Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen	2,2
U6	... die Evaluation der umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen	2,6

*Relevanz des Zielsystemelements [1 (sehr wichtig) – 5 (sehr unwichtig)]

4.3.2.3 Zielsystemelemente der Anwendbarkeit

Die identifizierten sechs Zielsystemelemente der Anwendbarkeit der Methode, formuliert als Anforderungen, zeigt Tabelle 4.7. Die Auswertung der Relevanz zeigt, dass die Zielsystemelemente eines angemessenen Verhältnisses von Aufwand und Nutzen (A1) und einer einfachen Anwendbarkeit für die Produktentwicklungsteams (A2) als am relevantesten bewertet werden.

Basierend auf den Bewertungsergebnissen der zweiten Stufe ergibt der Friedman-Test signifikante Unterschiede in der Relevanz der unterschiedlichen Zielsystemelemente der Anwendbarkeit mit einer Teststatistik von $\chi^2(5) = 91,407$ und einem p-Wert von $p < 0,001$. Die Ergebnisse der paarweisen Vergleiche durch den Post-hoc-Test ergeben fünf Ranggruppen für die Zielsystemelemente der Anwendbarkeit. Das Zielsystemelement des angemessenen Aufwand-Nutzen-Verhältnisses (A1) ist

²³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

²⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

signifikanter als die Zielsystemelemente A3 - A6. Auch die einfache Anwendbarkeit (A2) ist signifikanter als die Zielsystemelemente A4 und A5. Die geringste Relevanz weist das Zielsystemelement eines angemessenen Detaillierungsgrads (A4) auf und ist signifikant weniger relevant als alle Zielsystemelemente bis auf das Zielsystemelement A5. (Duehr, Schiele et al., 2021), (Mueller, 2021)²⁵

Tabelle 4.7: Zielsystemelemente der Anwendbarkeit der Methode.
Angepasste Darstellung nach Duehr und Schiele et al. (2021)
und Mueller (2021)²⁶

	Die Methode soll ...	Relevanz*
A1	... ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen haben.	1,6
A2	... die Methode soll für das Entwicklungsteam einfach anwendbar sein.	1,6
A3	... die Methode soll in sinnvolle Arbeitsschritte gegliedert sein.	2,0
A4	... einen angemessenen Detaillierungsgrad haben.	2,3
A5	... sich in bestehende Prozesse integrieren lassen.	2,1
A6	... sich in unterschiedlichen Entwicklungsteams anwenden lassen.	2,0

*Relevanz des Zielsystemelements [1 (sehr wichtig) – 5 (sehr unwichtig)]

4.3.3 Gesamtübersicht der Zielsystemelemente der Methode

Tabelle 4.8 zeigt die Gesamtübersicht der identifizierten Zielsystemelemente der Methode zur Befähigung standortverteilter Entwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen. Die Zielsystemelemente sind absteigend ihrer Relevanz dargestellt. In der Auswertung der Relevanz zeigt sich, dass im Allgemeinen die Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags eine höhere Relevanz aufweisen als die Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung. Die Relevanz der Zielsystemelemente der Anwendbarkeit befindet sich im Mittel der Bewertungen.

²⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

²⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle 4.8: Gesamtübersicht der Zielsystemelemente der Methode absteigend sortiert hinsichtlich ihrer Relevanz

Die EDIT-Methode ...		Relevanz
E1	... unterstützt die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams.	1,6
A1	... hat ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen.	1,6
A2	... ist für das Produktentwicklungsteam einfach anwendbar.	1,6
E4	... verbessert die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	1,8
E2	... beeinflusst das Aufwand-Nutzen-Verhältnis des Prozesses zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit positiv.	1,9
E3	... verbessert die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	1,9
A3	... ist in sinnvolle Arbeitsschritte gegliedert.	2,0
U2	... unterstützt die Identifikation kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung.	2,0
A6	... lässt sich in unterschiedlichen Entwicklungsteams anwenden.	2,0
A5	... lässt sich in bestehende Prozesse integrieren.	2,1
U5	... unterstützt die Umsetzung definierter Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,2
U3	... unterstützt die Analyse von Verbesserungspotentialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,3
A4	... hat einen angemessenen Detaillierungsgrad.	2,3
U1	... unterstützt das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die standortverteilte Produktentwicklung.	2,4
U4	... unterstützt die Definition von Maßnahmen zur Erschließung von Verbesserungspotentialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,4
U6	... unterstützt die Evaluation der umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,6

4.3.4 Zwischenfazit

Um die zu entwickelnde Methode von Anfang an auf die Bedürfnisse der Anwenderinnen und Anwender auszurichten, wurden mit einer zweistufigen

Expertenstudie 16 Zielsystemelemente der Methode für die Befähigung standortverteilter Entwicklungsteams zur Identifikation und Erschließung von Verbesserungspotenzialen identifiziert. Fünf Experteninterviews lieferten qualitative Aussagen zu den Zielsystemelementen. Diese wurden im Anschluss zu 16 Zielsystemelementen zusammengeführt und als Ziele und Anforderungen formuliert. Die Zielsystemelemente wurden anschließend mit einer fragebogengestützten Umfrage hinsichtlich ihrer Relevanz untersucht. Die 125 Teilnehmenden der Umfrage bewerteten die 16 Zielsystemelemente, die nach den folgenden Bewertungstypen *Erfolgsbeitrag*, *Unterstützungsleistung* und *Anwendbarkeit* der DRM klassifiziert waren. Abbildung 4.20 fasst die Ergebnisse des Abschnitts 4.3 zusammen.

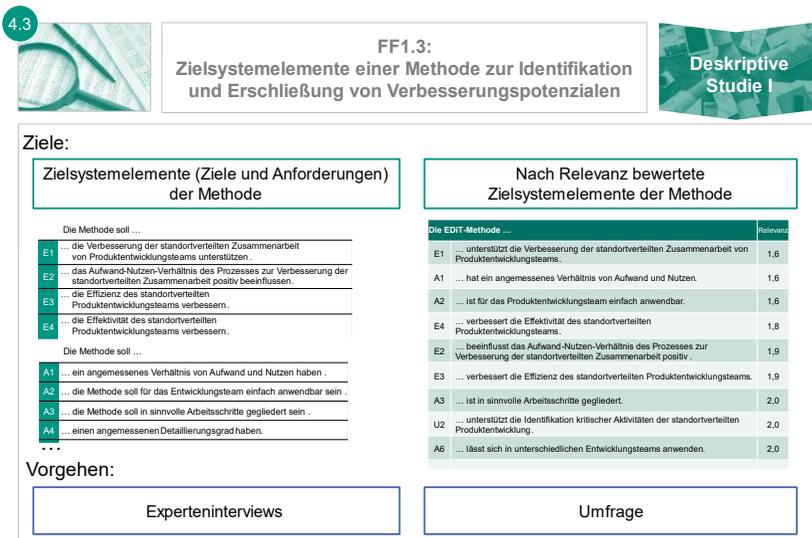


Abbildung 4.20: Ziele, Vorgehen und Ergebnisse der Identifikation von Zielsystemelementen der Methode

Aufgrund der homogen hohen Relevanz ($\leq 2,6$ bei 1 (sehr wichtig) – 5 (sehr unwichtig)) aller Zielsystemelemente werden in den folgenden Schritten der Methodenentwicklung alle 16 Zielsystemelemente berücksichtigt, wobei den Zielsystemelementen des Erfolgsbeitrags eine besondere Rolle durch die hohe Relevanz bei der Methodenentwicklung zugesprochen wird. Indem von Anfang an auf die Bedürfnisse der Methodenanwenderinnen und -anwender eingegangen wird, soll eine niedrigschwellige Anwendung der Methode in der Praxis mit einer hohen Erfolgswahrscheinlichkeit ermöglicht werden.

4.4 Fazit

Die drei Studien der DS1 wurden mit dem Ziel durchgeführt, ein tiefgreifendes Verständnis der Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung zu erhalten. Im Fokus der Untersuchungen stand vor allem das Produktentwicklungsteam im Mittelpunkt der Produktentwicklung. Folgende Teilforschungsfragen wurden dazu beantwortet:

- 1.1 Welche Auswirkungen hat die standortverteilte Zusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität von Produktentstehungsaktivitäten und welche Kritikalitätsfaktoren indizieren mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams?
- 1.2 Welche zu Handlungsfeldern zusammengefassten Einflussfaktoren bestimmen den Erfolg von standortverteilten Produktentwicklungsprojekten?
- 1.3 Welche Ziele umfasst eine Methode und welche Anforderungen werden an eine Methode gestellt, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale ihrer standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde ein dreigeteiltes Vorgehen gewählt, welches in Abbildung 4.21 inklusive der Ziele und wichtigsten Ergebnisse dargestellt ist.

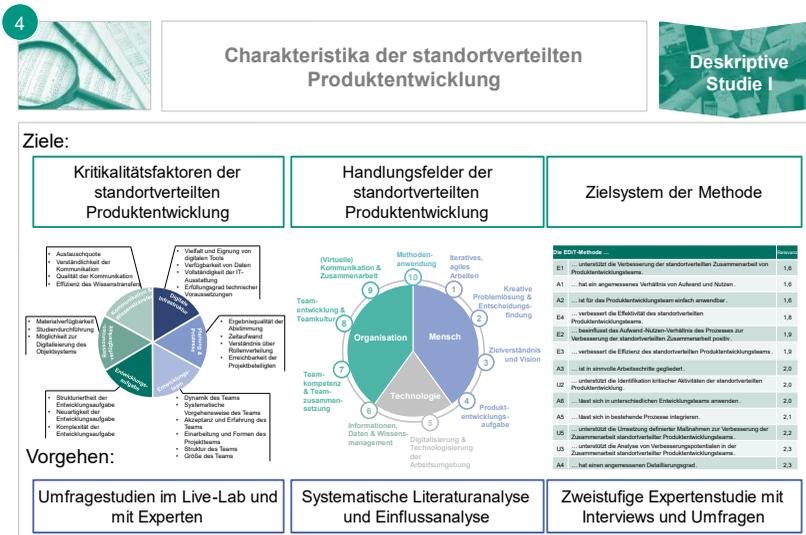


Abbildung 4.21: Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der drei empirischen Studien der Deskriptiven Studie I zur Definition der Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung

Die erste Studie lieferte 24 mögliche Ursachen von Herausforderungen in standortverteilten Produktentwicklungsaktivitäten. Diese wurden zu sechs Kritikalitätsfaktoren zusammengefasst und dienen als Indikatoren von möglichen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Produktentwicklung (vgl. Abbildung 4.22). Dadurch werden Produktentwicklungsteams unterstützt, sich auf eine überschaubare Anzahl von Faktoren zu konzentrieren, um die negativen Auswirkungen zu minimieren. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass die Aktivität *Ideen finden* einen überdurchschnittlich negativen Effekt aufweist. Die einzige Aktivität mit einem durchgängig positiven Effekt auf einen der Faktoren wurde hingegen im Live-Lab für die Aktivität *Wissen managen* analysiert.

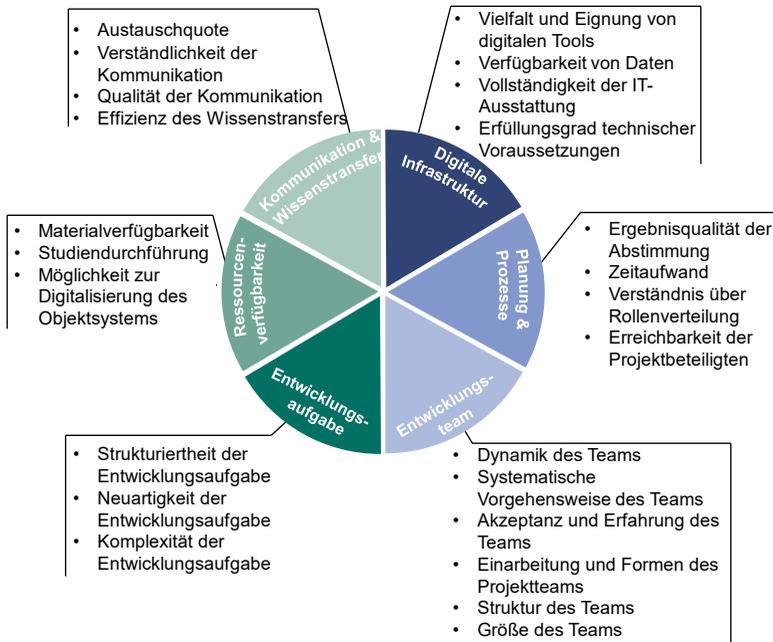


Abbildung 4.22: Übersicht über die sechs Kritikalitätsfaktoren mit beschreibenden Kriterien. Angepasste und übersetzte Darstellung nach Duehr und Hettel et al. (2022) und (Hettel, 2020)²⁷

In der zweiten Studie wurden die zehn Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung identifiziert, welche, beschrieben durch 76 erfolgsrelevante Einflussfaktoren, einen entscheidenden Einfluss auf den Erfolg von standortverteilten Produktentwicklungsprozessen aufweisen und damit als Stellhebel zum Entgegenwirken der Ursachen negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität dienen (vgl. Abbildung 4.23). Zu erkennen ist, dass vor allem die Handlungsfelder, inklusive ihrer zugeordneten erfolgsrelevanten Einflussfaktoren, den Gestaltungsdimensionen *Mensch* und *Organisation* zuzuweisen sind. Erkennbar weniger Einflussfaktoren der Dimension *Technologie* tragen zum Erfolg standortverteilter Produktentwicklungsprozesse bei.

²⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

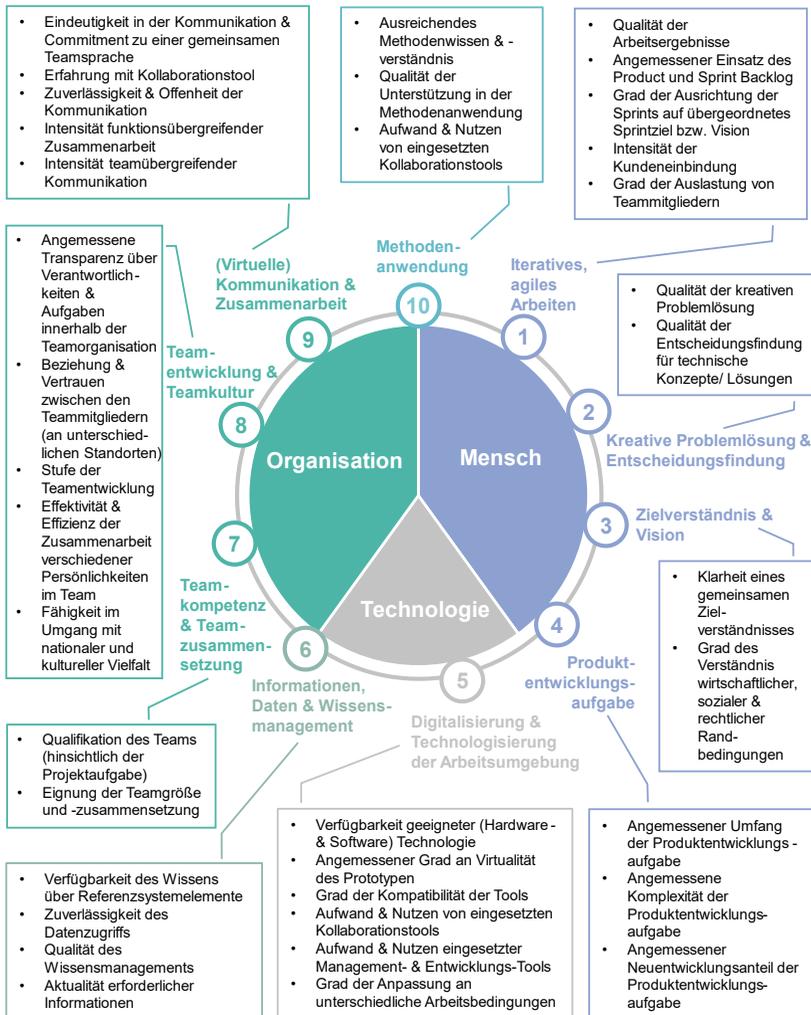


Abbildung 4.23: Die zehn Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung inklusive der erfolgsrelevanten Einflussfaktoren zugeordnet zu den Gestaltungsdimensionen *Mensch, Technologie und Organisation*. Übersetzte und angepasste Darstellung nach Duehr et al. (2021)

Die dritte Studie der DSI lieferte 16 Zielsystemelemente einer Methode, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale ihrer standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen, um damit mögliche negative Auswirkungen zu minimieren (vgl. Tabelle 4.9). Allen Zielsystemelementen wurde eine homogene hohe Relevanz durch die Studienteilnehmenden zugewiesen, weshalb in den folgenden Schritten der Methodenentwicklung alle 16 Zielsystemelemente berücksichtigt werden. Den Zielsystemelementen des Erfolgsbeitrags wird durch die hohe Relevanz darüber hinaus eine besondere Rolle bei der Methodenentwicklung zugesprochen.

Tabelle 4.9: Gesamtübersicht der Zielsystemelemente der Methode absteigend sortiert hinsichtlich ihrer Relevanz

Die EDiT-Methode ...		Relevanz
E1	... unterstützt die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams.	1,6
A1	... hat ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen.	1,6
A2	... ist für das Produktentwicklungsteam einfach anwendbar.	1,6
E4	... verbessert die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	1,8
E2	... beeinflusst das Aufwand-Nutzen-Verhältnis des Prozesses zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit positiv.	1,9
E3	... verbessert die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	1,9
A3	... ist in sinnvolle Arbeitsschritte gegliedert.	2,0
U2	... unterstützt die Identifikation kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung.	2,0
A6	... lässt sich in unterschiedlichen Entwicklungsteams anwenden.	2,0
A5	... lässt sich in bestehende Prozesse integrieren.	2,1
U5	... unterstützt die Umsetzung definierter Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,2
U3	... unterstützt die Analyse von Verbesserungspotentialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,3
A4	... hat einen angemessenen Detaillierungsgrad.	2,3
U1	... unterstützt das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die standortverteilte Produktentwicklung.	2,4
U4	... unterstützt die Definition von Maßnahmen zur Erschließung von Verbesserungspotentialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,4
U6	... unterstützt die Evaluation der umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	2,6

Alle drei Abschnitte lieferten jeweils eine Grundlage für die folgende Entwicklung der Methode.

5 Entwicklung der EDiT-Methode

Aufbauend auf den drei Grundelementen aus dem vorangegangenen Kapitel wird in Kapitel 5 die Methode entwickelt. Ziel der präskriptiven Studie ist die Entwicklung einer Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung (genannt EDiT-Methode: Enabling Distributed Teams). Dazu soll die folgende Forschungsfrage beantwortet werden:

2. Wie ist eine Methode zu gestalten, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen?

Die Entwicklung der Methode basiert auf den Grundelementen Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung (vgl. Abschnitt 4.1) sowie Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung (vgl. Abschnitt 4.2). Zur Synthese der Methode werden die Zielsystemelemente der Methode (vgl. Abschnitt 4.3) analysiert und folglich Maßnahmen zur Umsetzung in der Methode abgeleitet. Dazu spezifizieren die folgenden Teilforschungsfragen das Vorgehen:

- 2.1. Welche Maßnahmen ergeben sich aus der Analyse der Zielsystemelemente der Methode, sodass die Integration der Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung in der zu entwickelnden Methode unterstützt wird?
- 2.2. Wie gestaltet sich eine Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit, basierend auf den abgeleiteten Maßnahmen und Elementen?

Abbildung 5.1 zeigt das Vorgehen zur Beantwortung der Forschungsfragen. Zuerst wurden dazu die Zielsystemelemente der Methode analysiert und in Maßnahmen für die Methodenentwicklung und benötigte Elemente der Methode übersetzt und operationalisiert. Anschließend wurde die Methode ausgehend vom Ziel der Methode und den definierten Maßnahmen entwickelt. Die Methode wird in Abschnitt 5.2 im Detail vorgestellt.

5

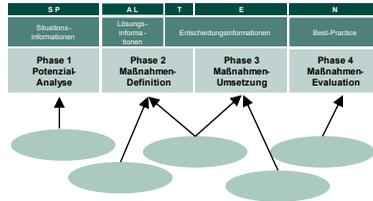
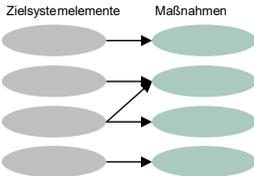
FF2:
Methode zur Befähigung von
Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der
standortverteilten Zusammenarbeit

Präskriptive
Studie

Ziele:

Maßnahmen zur Umsetzung
der Zielsystemelemente
in der Entwicklung der Methode

EDiT-Methode – Enabling Distributed Teams



Vorgehen:

Analyse der Zielsystemelemente der Methode
und Ableitung von Maßnahmen für
Methodenentwicklung

Entwicklung der Methode durch die Integration
der abgeleiteten Maßnahmen

Abbildung 5.1: Vorgehen und Ergebnisse der Entwicklung der EDiT-Methode

5.1 Systematische Operationalisierung der Zielsystemelemente der Methode

Im folgenden Abschnitt werden die Zielsystemelemente der EDiT-Methode aus der deskriptiven Studie (vgl. Abschnitt 4.3) interpretiert und Maßnahmen und Elemente für die Entwicklung der Methode abgeleitet. Diese dienen als Grundlage für die Entwicklung der EDiT-Methode. Dazu soll die erste Teilforschungsfrage beantwortet werden:

- 2.1. Welche Maßnahmen ergeben sich aus der Analyse der Zielsystemelemente der Methode, sodass die Integration der Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung in der zu entwickelnden Methode unterstützt wird?

Dazu wird eine umfassende Analyse der bisher generierten Erkenntnisse über die zu entwickelnde Methode aus der Analyse des theoretischen Hintergrunds (vgl. Kapitel 2), der Zielsetzung dieser Arbeit (vgl. Kapitel 3) sowie der Analyse des

Zielsystems (vgl. Kapitel 4) durchgeführt. Zur Darstellung der Elemente der Methode und deren Beziehungen zueinander werden die Erkenntnisse in das Framework nach Gericke et al. (2017) überführt. Anschließend werden die Erkenntnisse in Elemente und Maßnahmen für die Entwicklung der EDiT-Methode überführt.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Abschnitts wurden wie angegeben auf einer Fachkonferenz veröffentlicht (Albers et al., 2022) und waren Gegenstand von durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeit (Zech, 2022)¹.

5.1.1 Zielsystem der Methode

Abbildung 5.2 fasst die Erkenntnisse über die zu entwickelnde Methode anhand der fünf Aspekte aus dem Framework von nach Gericke et al. (2017) zusammen.

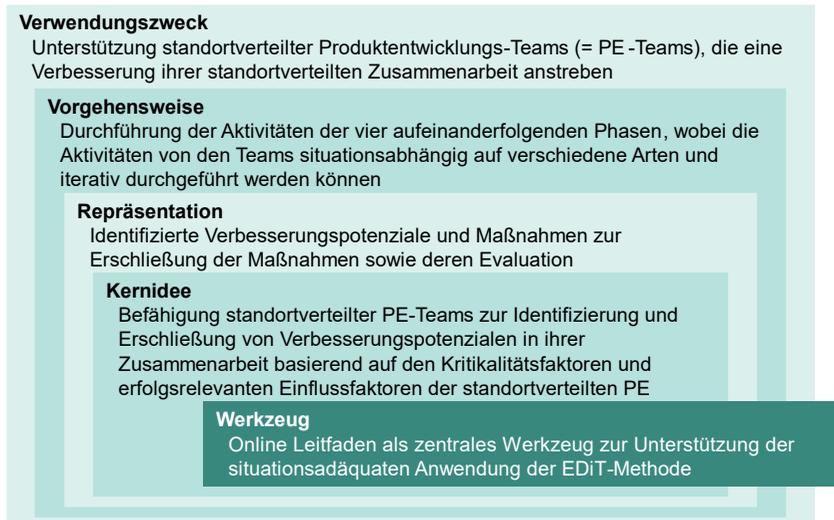


Abbildung 5.2: Konkretisiertes Zielsystem mit Elementen der Methode und deren Beziehungen, angelehnt an Gericke et al. (2017). Darstellung aus Albers et al. (2022), Übersetzung nach Zech (2022)²

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

5.1.2 Elemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente der Methode

Um die Umsetzung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode von Beginn an in den Fokus zu stellen und damit eine situationsadäquate und nutzerzentrierte Anwendung der EDiT-Methode zu unterstützen, werden Elemente und Maßnahmen für die Methode aus den Zielsystemelementen abgeleitet.

Bei der Analyse der Zielsystemelemente der Unterstützung (U1-U6) in Tabelle 5.1 zeigt sich, dass die Prämisse vieler Zielsystemelemente die Berücksichtigung sowie die angemessene Integration bestimmter Aktivitäten ist. Dies lässt sich durch die Umsetzung der Zielsystemelemente in vier übergeordneten Phasen adressieren, zu denen in der weiteren Methodenentwicklung die benötigten Aktivitäten zugeordnet werden:

1. Potenzial-Analyse
2. Maßnahmen-Definition
3. Maßnahmen-Umsetzung
4. Maßnahmen-Evaluation

Darüber hinaus werden Werkzeuge zur Verfügung gestellt, um die Durchführung der jeweiligen Aktivitäten zu unterstützen und sicherzustellen. Die Analyse von U1 und U3 zeigt, dass die Integration der Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung explizit berücksichtigt werden muss. Darüber hinaus werden für U2 die Kritikalitätsfaktoren als notwendiges Hilfsmittel definiert. Neben diesen explizit geforderten Grundelementen der Methode ist für alle Zielsystemelemente eine adäquate Unterstützung für die Durchführung der Aktivitäten, wie bspw. Vorlagen zur Dokumentation, vorzusehen, die im Rahmen der weiteren Umsetzung der Zielsystemelemente in den einzelnen Phasen zu spezifizieren sind.

Tabelle 5.1: Methodenelemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung. Kondensat aus Albers et al. (2022) und Zech (2022)³

Nr.	Zielsystemelemente der Methode	Methodenelemente und Maßnahmen
U1	Die EDiT-Methode soll das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die standortverteilte Produktentwicklung unterstützen.	Einführung der Aktivität „Identifikation zu verbessernder Handlungsfelder“ in Phase 1 und Bereitstellung der zehn Handlungsfelder basierend auf den erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung
U2	Die EDiT-Methode soll die Identifikation kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung unterstützen.	Einführung der Aktivität „Identifikation der kritischen Aktivitäten“ in Phase 1 und Bereitstellung der Kritikalitätsfaktoren und der detaillierten Beschreibung mit Kriterien.
U3	Die EDiT-Methode soll die Analyse von Verbesserungspotentialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	Einführung der Aktivität „Identifikation zu verbessernder Handlungsfelder“ in Phase 1.
U4	Die EDiT-Methode soll die Definition von Maßnahmen zur Erschließung von Verbesserungspotenzialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	Einführung der Aktivität „Definition von Maßnahmen“ in Phase 2 und Unterstützung bei der Auswahl von Maßnahmen mit einem geeigneten Aufwand/Nutzen-Verhältnis.
U5	Die EDiT-Methode soll die Umsetzung definierter Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	Einführung der Aktivität „Umsetzung der Maßnahmen“ in Phase 3 und Bereitstellung von sechs Erfolgsfaktoren für die Umsetzung der Maßnahmen sowie Bereitstellung von Umsetzungshilfen, Tools und verschiedenen Varianten mit Fokus auf eine ausreichende Beschreibung der Maßnahmen mit Inhalt, Zuständigkeit sowie Umsetzungsfristen.
U6	Die EDiT-Methode soll die Evaluation der umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	Einführung der Aktivität „Evaluation der Verbesserungsmaßnahmen“ in Phase 4 und Bereitstellung von Umsetzungshilfen und Werkzeugen zur Identifikation, Auswahl und Erhebung von potenziell messbaren Variablen und Störgrößen sowie zur Messung des neuen Zustands.

³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle 5.2: Methodenelemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente der Anwendbarkeit. Kondensat aus Albers et al. (2022) und Zech (2022)⁴

Nr.	Zielsystemelemente der Methode	Methodenelemente und Maßnahmen
A1	Die EDiT-Methode soll ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen haben.	Bereitstellung verschiedener Varianten der Methodendurchführung für eine situationsadäquate Anwendung der EDiT-Methode anhand von Leitbeispielen.
A2	Die EDiT-Methode soll für das Produktentwicklungsteam einfach anwendbar sein.	Bereitstellung einer Schritt-für-Schritt-Anleitung für die selbstverantwortliche Durchführung durch das Produktentwicklungsteam.
A3	Die EDiT-Methode soll in sinnvolle Arbeitsschritte gegliedert sein.	Unterteilung der Phasen der EDiT-Methode in einzelne Aktivitäten, welche in Aktivitätenblöcken zusammengefasst sind und Schritt für Schritt ausgeführt werden können.
A4	Die EDiT-Methode soll einen angemessenen Detaillierungsgrad haben.	Bereitstellung verschiedener Varianten der Methodendurchführung für eine situationsadäquate Anwendung der EDiT-Methode anhand von Leitbeispielen.
A5	Die EDiT-Methode soll sich in bestehende Prozesse integrieren lassen.	Bereitstellung verschiedener Varianten der Methodendurchführung für eine situationsadäquate Anwendung der EDiT-Methode anhand von Leitbeispielen.
A6	Die EDiT-Methode soll sich in unterschiedlichen Entwicklungsteams anwenden lassen.	Darstellung der generischen Phasen der EDiT-Methode bildet die Grundlage für den team und kontextübergreifenden Einsatz der Methode. Der Zugriff auf Anwendungsvarianten ermöglicht eine flexible und situationsspezifische Anwendbarkeit.

Aus der Analyse der Zielsystemelemente der Anwendbarkeit (A1-A6) der EDiT-Methode in Tabelle 5.2 werden folgende Methodenelemente und Maßnahmen abgeleitet:

- A1, A4 & A5: Es werden verschiedene Varianten der EDiT-Methode bereitgestellt, die in Abhängigkeit von den individuellen Herausforderungen des Teams und dem jeweiligen Entwicklungskontext angewendet werden können. Die einzelnen Aktivitäten können darüber hinaus durch mögliche unterschiedliche Ausführungsweisen an individuelle Entwicklungssituationen angepasst werden.

⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

- A2: Durch die Bereitstellung einer Schritt-für-Schritt-Anleitung werden Produktentwicklungsteams dazu befähigt, die EDiT-Methode situationsadäquat und autonom anwenden zu können, ohne dass ein speziell für die Anwendung der Methode ausgebildete Experte oder Experte notwendig ist.
- A3: Ausgehend von der Gliederung der EDiT-Methode in vier aufeinander folgende Phasen, werden die Phasen in weitere Aktivitäten unterteilt. Jeder Aktivität werden klare Handlungsanweisungen und Umsetzungsmöglichkeiten zugeordnet.
- A6: Die generische Darstellung wird volle Flexibilität in der Ausführung der Aktivitäten der EDiT-Methode ermöglichen.

Tabelle 5.3: Methodenelemente und Maßnahmen zur Operationalisierung der Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags. Kondensat aus Albers et al. (2022) und Zech (2022)⁵

Nr.	Zielsystemelemente der Methode	Methodenelemente und Maßnahmen
E1	Die EDiT-Methode unterstützt die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams.	Struktur der Methode basiert auf der SPALTEN Problemlösungsmethode und der Verwendung der Konzepte der Kritikalitätsfaktoren und Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung.
E2	Die EDiT-Methode beeinflusst das Aufwand-Nutzen-Verhältnis des Prozesses zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit positiv.	Unterstützung bei der Auswahl der Maßnahmen mit dem besten Aufwand-Nutzen-Verhältnis in der Aktivität „Definition von Maßnahmen“. Zusätzlich wird in der Aktivität „Evaluation der Verbesserung“ der Aufwand gegen den Nutzen der Methode beurteilt.
E3	Die EDiT-Methode verbessert die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	Verwendung des Konzepts der Kritikalitätsfaktoren, das Faktoren integriert, welche die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Produktentwicklung beeinflussen.
E4	Die EDiT-Methode verbessert die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	Verwendung des Konzepts der Kritikalitätsfaktoren, das Faktoren integriert, welche die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Produktentwicklung beeinflussen.

Die Analyse der Zielsystemelemente des Erfolgsbeitrags (E1-E4) der EDiT-Methode in Tabelle 5.3 zeigt, dass die Erfüllung von E1 die Strukturierung der vier Phasen der EDiT-Methode entlang der SPALTEN-Methode bedingt. Das Aufwand-Nutzen-Verhältnis (E2) wird durch die Bereitstellung von verschiedenen Unterstützungen, wie Vorlagen und Beispiele, positiv beeinflusst werden. Zusätzlich wird das Verhältnis von Aufwand und Nutzen in der Bewertung der Verbesserung analysiert werden,

⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

um bei der nächsten Anwendung darauf reagieren zu können. Die Effizienz (E3) und die Effektivität (E4) wird durch die Verwendung des Konzepts der Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung in der EDiT-Methode adressiert werden.

5.2 EDiT-Methode – Enabling Distributed Teams

Aufbauend auf den Erkenntnissen des vorherigen Abschnitts wird im Folgenden die EDiT-Methode – Enabling Distributed Teams entwickelt und vorgestellt. Die Methode hat zum Ziel, Produktentwicklungsteams zu befähigen, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung zu identifizieren und zu erschließen.

Dazu soll die zweite Teilforschungsfrage beantwortet werden:

- 2.2. Wie gestaltet sich eine Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit basierend auf den abgeleiteten Maßnahmen und Elementen?

Dazu wird durch die Synthese der in Abschnitt 5.1.2 vorgestellten Elemente und Maßnahmen eine Methode entwickelt. Die Methode wurde iterativ durch die Anwendung in verschiedenen Studien weiterentwickelt und letztlich in einem [Online-Leitfaden](#)⁶ zusammengeführt. Der in den folgenden Abschnitten vorgestellte Stand der Methode ist der Stand zum Zeitpunkt der Vervollständigung dieser Arbeit. Die durchgeführten Validierungsiterationen werden in Abschnitt 6.2 in ihrer chronologischen Reihenfolge der Durchführung entlang der Methodenentwicklung vorgestellt.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Abschnitts wurden wie angegeben auf Fachkonferenzen veröffentlicht (Albers et al., 2022; Duehr, Grimminger et al., 2022) und waren Gegenstand von durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeiten (Grimminger, 2021; Zech, 2022)⁷.

⁶ Der Leitfaden ist unter der folgenden Adresse verfügbar:

https://miro.com/app/board/o9J_l8DFB1Y=?share_link_id=39343387825

⁷ Abschlussarbeiten (unveröffentlicht)

5.2.1 Übersicht über die EDiT-Methode

Die EDiT-Methode besteht aus vier Phasen (vgl. Abbildung 5.3). Da die EDiT-Methode die kontinuierliche Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung zum Ziel hat und damit als kontinuierlicher Problemlösungsprozess angesehen wird, wurde sie entlang der SPALTEN-Problemlösungsmethode aufgebaut. Folgend wird eine grobe Übersicht über die vier Phasen der EDiT-Methode gegeben.

SP	AL	T	E	N
Situationsinformationen	Lösungs- informationen	Entscheidungsinformationen		Best-Practice
Phase 1 Potenzial-Analyse	Phase 2 Maßnahmen-Definition		Phase 3 Maßnahmen- Umsetzung	Phase 4 Maßnahmen- Evaluation
Identifikation von kritischen Aktivitäten aufgrund Effizienz- und Effektivitätsverlusten sowie Identifikation von Verbesserungspotenzialen	Analyse der Verbesserungspotenziale und Definition von Maßnahmen		Umsetzung der Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale	Evaluation der Verbesserungsmaßnahmen sowie der Methodenanwendung, Nachbereiten und Lernen

Abbildung 5.3: Übersicht EDiT-Methode anhand der Phasen und Zuordnung zu SPALTEN-Schritten

Ziel der **ersten Phase** der EDiT-Methode ist es, potenziell kritische Aktivitäten bspw. anhand der Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung (vgl. Abschnitt 4.1) zu identifizieren und Verbesserungspotenziale als Potenzialfelder für die Anwendung der EDiT-Methode bspw. anhand der Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung (vgl. Abschnitt 4.2) zu definieren.

Ziel der **zweiten Phase** ist es, auf Basis der in den Potenzialfeldern identifizierten Problemursachen Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

Ziel der **dritten Phase** ist die für die Entwicklungssituation individuelle Umsetzung von Maßnahmen zur Erschließung der identifizierten und ausgewählten Verbesserungspotenziale.

Ziel der **vierten Phase** ist die Bewertung der Verbesserungsmaßnahmen, der Anwendung der Methode und der Erfüllung der Zielsystemelemente der Methode (vgl. Abschnitt 4.3), einschließlich eines Nachbereitens und Lernens.

Wie in Abschnitt 2.2.2 eingeführt ist eine Besonderheit der SPALTEN-Methode die wiederkehrende Anpassung des Problemlösungsteams vor jedem Schritt der Methode, um das benötigte Expertenwissen in den Problemlösungsprozess zu integrieren. Dieses Vorgehen wird auch für die EDiT-Methode übernommen und findet nicht nur vor jeder Phase der EDiT-Methode statt, sondern auch begleitend vor jedem zugehörigen SPALTEN-Schritt. Wichtig ist, dass das Problemlösungsteam durch ausreichend viele Teammitglieder (im besten Fall alle) vertreten ist. Denn Veränderungsprozesse sind nur dann erfolgreich, wenn die Teammitglieder im Prozess integriert sind. Ein Teammitglied sollte dabei die Verantwortung für die Durchführung der EDiT-Methode innehaben, muss jedoch nicht zwingend für bspw. die Dokumentation verantwortlich sein.

Zur Unterstützung der Methodenanwendung wurden die einzelnen Phasen in Aktivitätenblöcke untergliedert, welche jeweils wiederum unterschiedliche Aktivitäten der Methodenanwendung beschreiben (vgl. Abbildung 5.4).

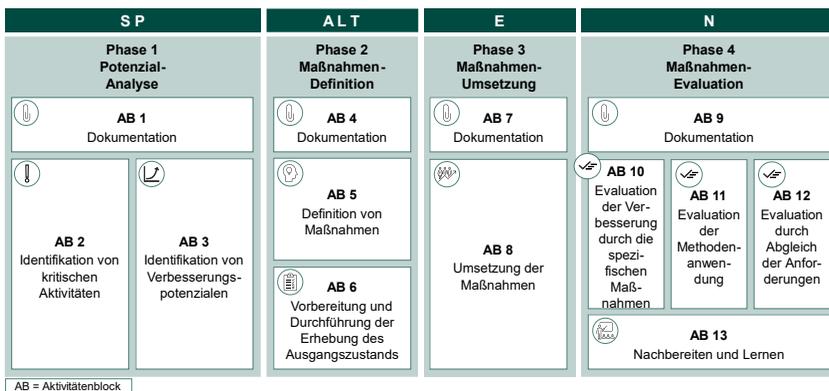


Abbildung 5.4: Übersicht über die Aktivitätenblöcke der EDiT-Methode (Zech, 2022, S. 78)⁸

Zusätzlich bauen die Aktivitätenblöcke und der Leitfaden der Methode auf den zusammengetragenen Veröffentlichungen und von der Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeiten auf (vgl. Tabelle 5.4).

⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle 5.4: Durch die Autorin betreute Abschlussarbeiten sowie Konferenzbeiträge als Grundlage der Aktivitätenblöcke der EDiT-Methode und des Leitfadens. Angepasste Tabelle nach Zech (2022)⁹

Nr.	Quelle	Art der Quelle
1	Babacan (2020): Entwicklung einer Methodik zur Identifikation potentialträchtiger Handlungsfelder in standortverteilten Produktentwicklungsprojekten	Abschlussarbeit
2	Beck (2021): Gestaltung einer Validierungsumgebung für eine Methode zur Befähigung standortverteilter, agiler Produktentwicklungsteams	Abschlussarbeit
3	Burkhardt (2021): Verbesserung der standortverteilten Arbeit durch Anwendung der EDiT-Methode bei der Porsche Engineering Services GmbH	Abschlussarbeit
4	Dressel (2020): Gamified Problem Solving – A Study to Identify and Exploit Optimization Potentials of Collaboration in Distributed Product Development	Abschlussarbeit
5	Duehr et al. (2020): A Methodology to Identify and Address Improvement Potentials in Communication processes of distributed product development - an initial approach	Konferenzbeitrag
6	Duehr et al. (2021a): The Positive Impact of Agile Retrospectives on the Collaboration of Distributed Development Teams - A Practical Approach on the Example of Bosch Engineering GmbH	Konferenzbeitrag
7	Duehr et al. (2021b): Evaluation of the Effect of Distributed Collaboration on the Effectiveness and Efficiency of Design Activities (eingereicht)	Journalbeitrag
8	Duehr et al. (2021c): A validation environment for a method to enable distributed agile product development teams	Konferenzbeitrag
9	Duehr et al. (2021d): EDiT - Requirements of Enabling Distributed Collaboration in Product Development Teams	Konferenzbeitrag
10	Duehr et al. (2022a): Enabling Distributed Teams - A Process Model for Method Validation in Agile Development Practice	Konferenzbeitrag
11	Duehr et al. (2022b): Improving distributed collaboration at Porsche Engineering Services GmbH through the application of the EDiT Method	Konferenzbeitrag
12	Duehr et al. (2023): Validating a method to enable distributed development teams in an engineering simulator (angenommen)	Konferenzbeitrag
13	Efremov (2020): Identifying and addressing the potential of agile working practices to improve the collaboration of distributed development teams at Bosch Engineering GmbH	Abschlussarbeit
14	Grimminger (2021): Vorgehensmodell zur Validierung der Methode zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der agilen Entwicklungspraxis	Abschlussarbeit
15	Hettel (2020): Entwicklung einer Systematik zur Bewertung der Kritikalität von standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten	Abschlussarbeit
16	Hirsch (2019): Ein Ansatz zur Identifikation und Adressierung von Verbesserungspotentialen in der standortverteilten Produktentwicklung im Kontext der agilen plattformübergreifenden Baukastenentwicklung	Abschlussarbeit
17	Kavakli (2020): Klassifizierung von Methoden zur Potentialfindung in der standortverteilten Produktentwicklung	Abschlussarbeit
18	Könn (2021): Systematische Untersuchung von Kritikalitätsfaktoren und Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung	Abschlussarbeit
19	Mai (2022): Validierung einer Methode zur Verbesserung standortverteilter Zusammenarbeit im Entwicklungssimulator	Abschlussarbeit
20	Müller (2021): Validierung der EDiT-Methode zur Verbesserung stand-ortverteilter Zusammenarbeit im Live -Lab ProVIL	Abschlussarbeit

Weitere zentrale Bestandteile der Methode, die in der vorliegenden Abschlussarbeit entwickelt wurden, sind:

- Sechs Kritikalitätsfaktoren mit beschreibenden Kriterien als Indikatoren von möglichen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in standortverteilten Produktentwicklungsaktivitäten integriert in Phase 1,
- Zehn Handlungsfelder mit zugeordneten erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung, als Stellhebel zum Entgegenwirken der Ursachen der möglichen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität, integriert in Phasen 1, 2 und 4,
- 16 Zielsystemelemente einer Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit sowie
- eine beispielhafte Zusammenstellung messbarer Variablen zur Evaluation der Methodenanwendung, integriert in Phasen 2 und 4.

Um die situationsgerechte Anpassung und nutzerzentrierte Anwendung der EDiT-Methode zu unterstützen, wurde die Methode mithilfe der Online Kollaborations-Plattform Miro in einem Leitfaden umgesetzt. Die beiden Hauptgründe hierfür sind die einfache Bedienbarkeit sowie die Möglichkeit zur ortsunabhängigen Nutzung. Vor Beginn der Phase 1 ist eine kurze Einführung integriert, die unter anderem Grundlagen zur Arbeit mit Miro enthält, die für den Leitfaden verwendet werden. (Zech, 2022)¹⁰

Durch Folgen der entsprechenden Pfeile, Verknüpfungen und Anleitungen im Leitfaden (vgl. Abbildung 5.5) ist es möglich, alle Aktivitäten durchzuführen und mit entsprechenden Änderungen an die individuelle Situation anzupassen. Die Auswahl des geeignetsten Wegs wird durch Diskussion und Beantwortung von Leitfragen unterstützt. Darüber hinaus bietet der Leitfaden Zugang zu weiterführenden Materialien, die über die vier integrierten Anwendungsvarianten erfahrungsbasiert Auskunft geben. Dabei handelt es sich z.B. um Informationen über verfügbare Werkzeuge und mögliche Vorgehensweisen für alle Aktivitäten. (Zech, 2022)¹¹

⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

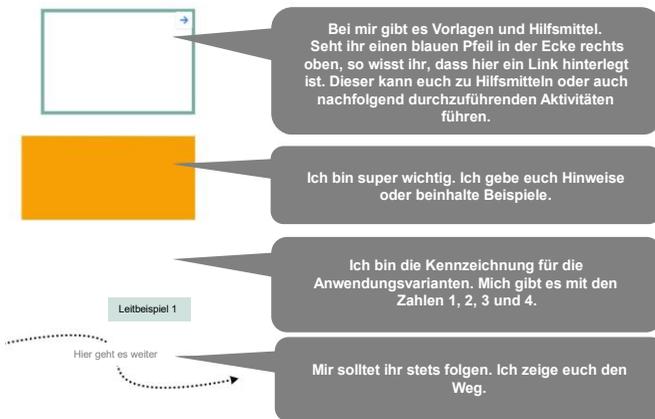


Abbildung 5.5: Ausschnitt der Einführung der Grundlagen zur Arbeit mit Miro in der EDiT-Methode

Bei den Aktivitäten wird zwischen standardisierten und flexiblen Aktivitäten unterschieden. Die standardisierten Aktivitäten sind für jede Anwendungsvariante gleich durchzuführen und es werden lediglich kleinere situationspezifische Anpassungen zugelassen. Bei den flexiblen Aktivitäten hingegen kann zwischen verschiedenen Anwendungsvarianten gewählt werden. Dabei sind den Anwendenden mehr Freiheiten in der Gestaltung, Anpassung und Anwendung gegeben. Der Leitfaden bietet insgesamt Zugang zu den folgenden vier Anwendungsvarianten:

- Anwendungsvariante 1: Spiel Team Space,
- Anwendungsvariante 2: Workshops,
- Anwendungsvariante 3: Retrospektive und
- Anwendungsvariante 4: Individuelle Tools. (Zech, 2022)¹²

Im Folgenden wird zu den vier Phasen der EDiT-Methode jeweils ein einleitender Überblick sowie eine Zusammenfassung über das Ziel, die Vorgehensweise, den Input und den Output der Methodenanwendung vorgestellt. Dabei werden für jede Phase die beinhalteten Aktivitätenblöcke (vgl. Abbildung 5.4) sowie beispielhafte Elemente aus den verschiedenen Anwendungsvarianten vorgestellt.

¹² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Darüber hinaus dient die Anwendung der Methode bei TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co. KG als durchgängiges Leitbeispiel der Methodenvorstellung. Das Leitbeispiel zeigt eine mögliche Anwendung der EDiT-Methode auf und greift auf verschiedene Elemente aus den Anwendungsvarianten zurück. Das Familienunternehmen Trumpf ist Markt- und Technologieführer für Werkzeugmaschinen und Laser für die Blech- und Rohrbearbeitung. Der Geschäftsbereich der Werkzeugmaschinen ist durch die große Variantenvielfalt vor Herausforderungen gestellt, die durch die Einführung eines modularen Baukastensystems angegangen werden. Das dadurch gestiegene Komplexitätsniveau wird durch eine interdisziplinäre und agile Arbeitsweise bewältigt. Ca. 250 Mitarbeitende des Bereichs der Maschinenplattform arbeiten an drei unterschiedlichen Entwicklungsstandorten standortverteilt in Produkt- und Modulteams zusammen. Das in dieser Studie begleitete Team wird dem Modulbereich „Automatisierungs-Baukasten“ zugeordnet und besteht aus ca. 18 Mitarbeitenden. (Grimminger, 2021)¹³

Ziel der Studie von Grimminger (2021) war es, Verbesserungspotenziale im agilen, standortverteilten Produktentwicklungsteam mit insgesamt 18 Personen zu identifizieren und zu erschließen. Das Team wurde in einem Zeitraum von ca. fünf Monaten über mehrere dreiwöchige Sprints hinweg begleitet (Within-Subject-Design). Darüber hinaus arbeiteten die Teammitglieder aufgrund der Corona-Pandemie zum Zeitpunkt der Anwendungsstudie von ihren Heimarbeitsplätzen aus zusammen. Das Team verfügte bereits über eine Vielzahl von Tools zur Unterstützung der Zusammenarbeit. Dazu gehörten Microsoft Teams als Kommunikationstool, Jira für die Aufgabenplanung und -verwaltung sowie Confluence als Wissensdatenbank. (Grimminger, 2021)¹⁴

Die vorliegenden Ergebnisse zur Darstellung einer möglichen Anwendung und gleichzeitigen Validierung der EDiT-Methode wurden gemeinsam in einer betreuten Masterarbeit (Grimminger, 2021)¹⁵ durchgeführt. Die Ergebnisse der Studie wurden zusätzlich als Konferenzbeitrag veröffentlicht (Duehr, Grimminger et al., 2022).

5.2.2 Phase 1: Potenzialanalyse

Ziel der ersten Phase der EDiT-Methode ist die Identifikation potenziell kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung und die darauf aufbauende

¹³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Identifikation von Verbesserungspotenzialen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung (vgl. Abbildung 5.6).

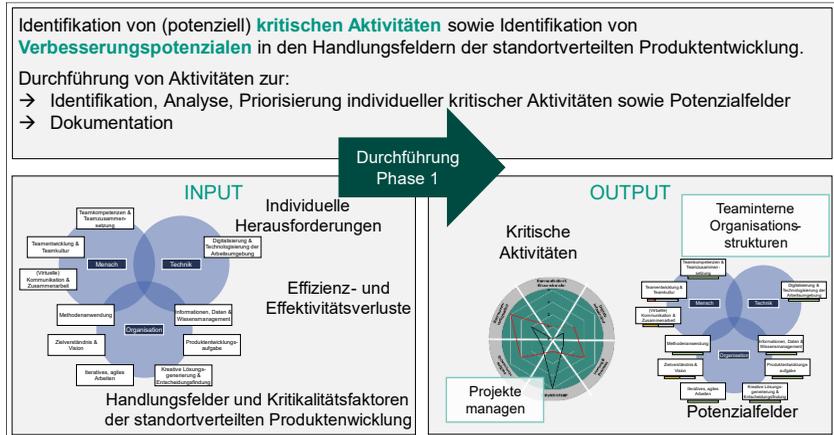


Abbildung 5.6: Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 1 der EDiT-Methode mit beispielhaften Auszügen kritischer Aktivitäten und Potenzialfeldern. Angepasste Darstellung aus Zech (2022)¹⁶

Um diese Ziele zu erreichen, analysiert das Produktentwicklungsteam bestehende und potenziell auftretende Herausforderungen, die zu negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität im standortverteilten Produktentwicklungsprozess führen können. Die Potenzialanalyse umfasst die drei Aktivitätenblöcke: *Dokumentation von Informationen zur Methodenanwendung*, *Identifikation von kritischen Aktivitäten* und *Identifikation von Verbesserungspotenzialen*. Zentrale Hilfsmittel der ersten Phase sind die Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zur Eingrenzung der Herkunft negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität sowie die Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung zur Eingrenzung der größten Stellhebel, um die negativen Auswirkungen zu vermeiden. Diese werden dann als Potenzialfelder für die weiteren Phasen der Anwendung der EDiT-Methode definiert.

¹⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

5.2.2.1 Aktivitätenblock 1: Dokumentation von Informationen zur Methodenanwendung

Ziel des Aktivitätenblocks 1 ist die Dokumentation aller relevanter Informationen während der Anwendung der EDiT-Methode. Dazu zählen alle zentralen Ergebnisse, verwendete Ressourcen sowie Eindrücke während der Methodenanwendung. Die Dokumentation muss für alle Beteiligten der Methodenanwendung zu verschiedenen Zeitpunkten zugänglich sein und sollte von Beginn an kontinuierlich erfolgen. Das Dokumentationsmedium kann vom Team individuell bestimmt werden. Darüber hinaus eignet sich die Bestimmung einer verantwortlichen Person. Die gesammelten Informationen werden zusätzlich für die Evaluation der Methodenanwendung in Phase 4 (vgl. Aktivitätenblock 11) verwendet. Bei den *Aktivitäten der Dokumentation* handelt es sich um standardisierte Aktivitäten. Jedoch ermöglicht die Auswahl eines geeigneten Dokumentationsmediums eine Individualisierung der Aktivitäten. Der Leitfaden unterstützt die Aktivitäten der Dokumentation durch Anleitungen, Hinweise und Tipps zur Umsetzung (vgl. Abbildung 5.7). Vorlagen in Form von Excel-Dokumenten, wie bspw. Vorlagen zur Dokumentation von Ressourcen (vgl. Anhang E) unterstützen zusätzlich die Durchführung.

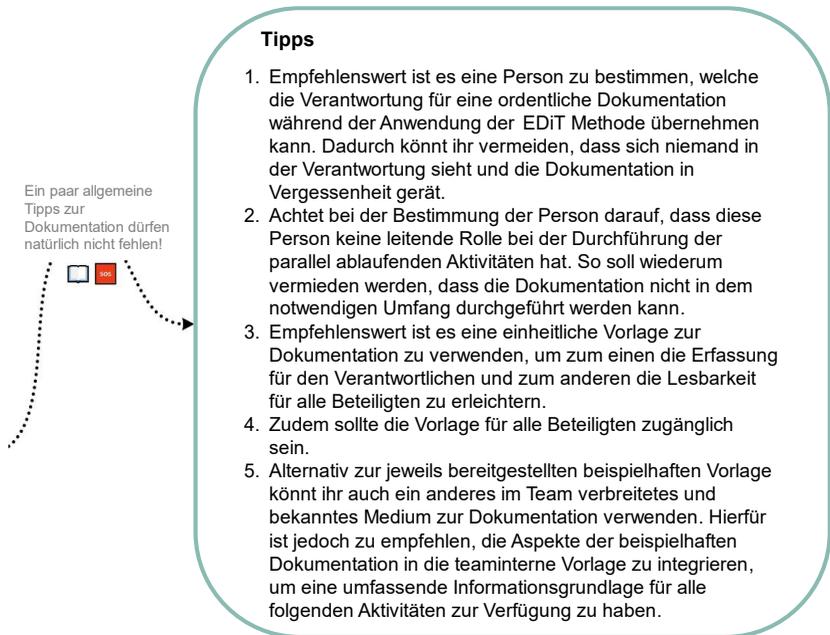


Abbildung 5.7: Ausschnitt aus Aktivitätenblock 1 des Online-Leitfadens - Tipps zur Vorbereitung der Dokumentation. Angepasste Darstellung aus Zech (2022)¹⁷

Leitbeispiel:

Zur Dokumentation von (Zwischen-)Ergebnissen wurden im Leitbeispiel die beiden während der Methodenanwendung verwendeten Tools Miro (Abbildung 5.8) und Mentimeter (Abbildung 5.9) verwendet.

¹⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)



Abbildung 5.8: Ausschnitt des Tools Miro zur Dokumentation von (Zwischen-)Ergebnissen im Leitbeispiel. Angepasste Darstellung aus Grimminger (2021)¹⁸

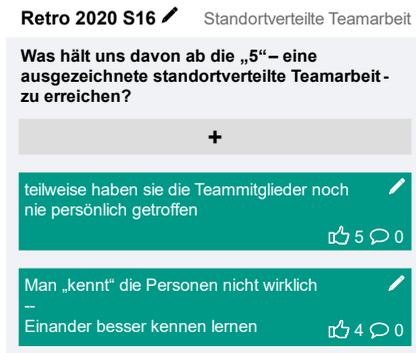


Abbildung 5.9: Ausschnitt des Dokumentationsmediums Mentimeter zur Dokumentation von (Zwischen-)Ergebnissen im Leitbeispiel. Angepasste Darstellung aus Grimminger (2021)¹⁹

Als Medium der Dokumentation der verwendeten Ressourcen wurde eine Excel-Tabelle verwendet (vgl. Tabelle 5.5). Durch die kontinuierliche Dokumentation der Ressourcen ist es am Ende der Methodenanwendung möglich, einen Vergleich zwischen Aufwand und Nutzen der Methodenanwendung zu ziehen.

¹⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle 5.5: Ausschnitt der Excel-Tabelle zur Dokumentation der benötigten Ressourcen im Leitbeispiel. Angepasste Tabelle aus Grimminger (2021)²⁰

Datum	Dauer (in min)	# Personen	Art der Durchführung	Phase der EDiT-Methode	Anmerkung
15.06.2021	90	4	Workshop	Potenzial-Analyse	Termin konnte in keine bestehenden unternehmens-internen Prozesse integriert werden

5.2.2.2 Aktivitätenblock 2: Identifikation von kritischen Aktivitäten

Ziel des Aktivitätenblocks 2 ist die Identifikation von potenziell kritischen Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung. Kritische Aktivitäten bergen dabei Herausforderungen, die zu negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Produktentwicklung führen können. Die Aktivitäten zur Identifikation von kritischen Aktivitäten umfassen zwei Aktivitäten der Methoden-anwendung: die *Wahl der Anwendungsvariante* und die *Identifikation von kritischen Aktivitäten*. Die erste Aktivität gibt an, dass es sich bei der *Identifikation von kritischen Aktivitäten* um eine flexible Aktivität handelt.

Die *Wahl der Anwendungsvariante* unterstützt das Team bei der Auswahl, der für die Entwicklungssituation am besten geeignete Anwendungsvariante. Die Unterstützung erfolgt durch Anleitungen, Vorlagen und Hilfsmittel (vgl. Abbildung 5.10).

²⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

<p>Wie groß ist der gewünschte Anteil an Eigenleistung und Flexibilität eures Teams bei der Gestaltung der Anwendung der EDiT Methode? (lieber eine Variante, die direkt mehrere Aktivitäten abdeckt versus jede Aktivität einzeln planen)</p>	<p>Antwort:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	<p>Welche Medien und Tools werden bereits von eurem Team genutzt oder könnten genutzt werden?</p>	<p>Antwort:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
<p>Wie ist die Arbeitsweise eures Teams zu beschreiben?</p>	<p>Antwort:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>	<p>Gibt es Rollen in eurem Team? Wenn ja welche und welche Rollen aus dem Team nehmen an dem Verbesserungsprozess teil?</p>	<p>Antwort:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
		<p>Welche Events / regelmäßige Meetings existieren bereits im Team?</p>	<p>Antwort:</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>

Abbildung 5.10: Unterstützende Leitfragen zur Auswahl der geeigneten Anwendungsvariante aus dem Leitfaden

Die *Identifikation von kritischen Aktivitäten* basiert auf den Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung. Zur Unterstützung der Aktivität wurde ein Excel-basiertes Tool entwickelt, das die Kritikalität von Produktentstehungsaktivitäten angibt. Angelehnt an Albers und Behrendt et al. (2016) beschreibt die Kritikalität dabei eine Kennzahl, die angibt, wie hoch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Herausforderungen in der standortverteilten Durchführung von Produktentwicklungsaktivitäten ist. Mit einer ansteigenden Kritikalität steigt auch die Bedeutsamkeit der Aktivität für den Erfolg des Produktentwicklungsprozesses. Somit stellt die Aktivität eine erhöhte Gefährdung für den Erfolg dar und sollte im weiteren Verlauf der Methode fokussiert werden. Die detaillierte Beschreibung des Tools und dessen Verwendung kann in der Abschlussarbeit von Hettel (2020)²¹ nachgelesen werden. Abbildung 5.11 stellt ein mögliches Ergebnis der Nutzung des Tools für die Aktivität *Projekte managen* dar.

²¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

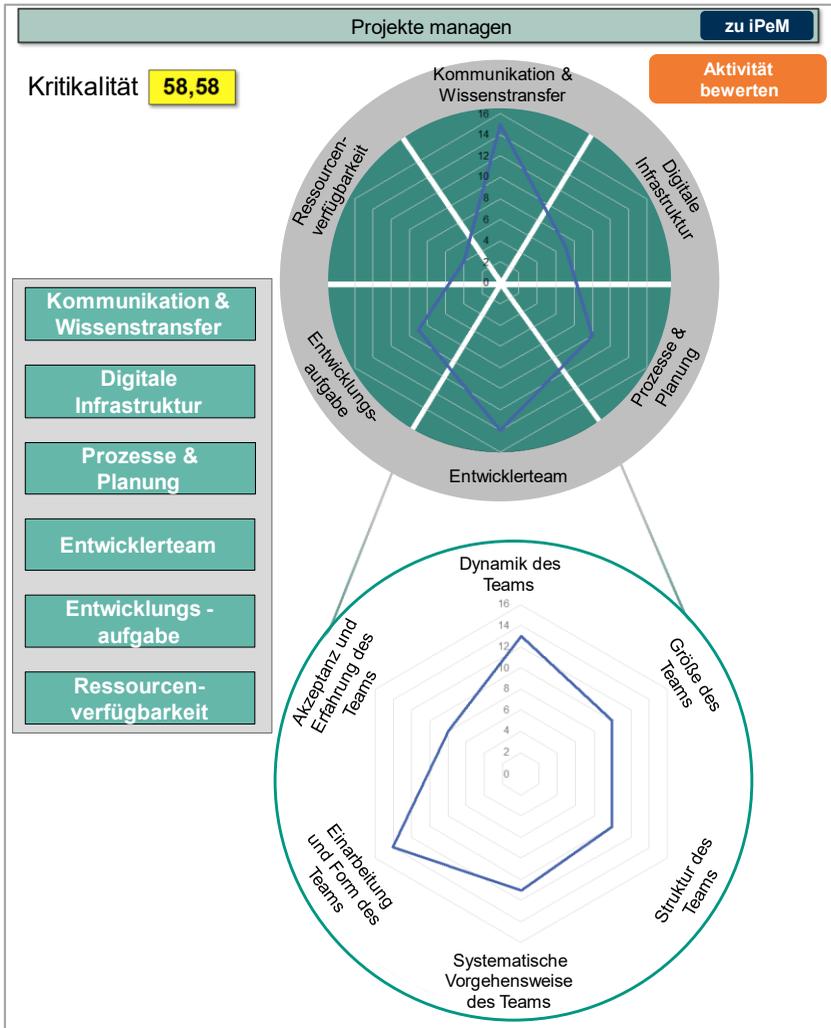


Abbildung 5.11: Ausgabe des Tools zur Bestimmung der Kritikalität von Produktentstehungsaktivitäten der Aktivität *Projekte managen*. Angepasste Darstellung aus Hettel (2020)²²

²² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Das Tool ermöglicht eine Auswertung der Kritikalität für alle Produktentstehungsaktivitäten und basiert auf der individuellen Einschätzung der Kritikalitätsfaktoren durch das Entwicklungsteam. Das Entwicklungsteam kann dabei die Kritikalitätsfaktoren oder aber auch die beschreibenden Kriterien der Kritikalitätsfaktoren bewerten. Im gezeigten Beispiel weist die Aktivität *Projekte managen* eine Kritikalität von 58,58 auf einer Skala von 0 (nicht kritisch) bis 100 (sehr kritisch). Die größten Herausforderungen sind den Kritikalitätsfaktoren *Kommunikation & Wissenstransfer* sowie *Entwicklerteam* zuzuweisen. Schaut man sich den Kritikalitätsfaktor *Entwicklerteam* genauer an, zeigen sich die größten Herausforderungen im Kriterium *Einarbeitung und Formen des Projektteams* sowie dem Kriterium *Dynamik des Teams*.

Leitbeispiel:

Im Leitbeispiel wurde eine vereinfachte Anwendungsvariante der Aktivität der *Identifikation der kritischen Aktivität* ausgewählt. Im ersten Teil eines einstündigen Workshops wurde die kritische Aktivität der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung anhand von drei Leitfragen identifiziert (vgl. Abbildung 5.12):

- Bei welchen Aktivitäten der Baukastenentwicklung birgt die standortverteilte Zusammenarbeit Probleme?
- Wie lassen sich die identifizierten Aktivitäten den Aktivitäten der Produktentstehung des iPeM zuordnen?
- Welche Aktivitäten bergen deiner Meinung nach die größten Probleme bei der standortverteilten Zusammenarbeit?

Das Team entschied sich, für die „agilen Events“ als Teil der Aktivität *Projekte managen* als kritischste Aktivität.

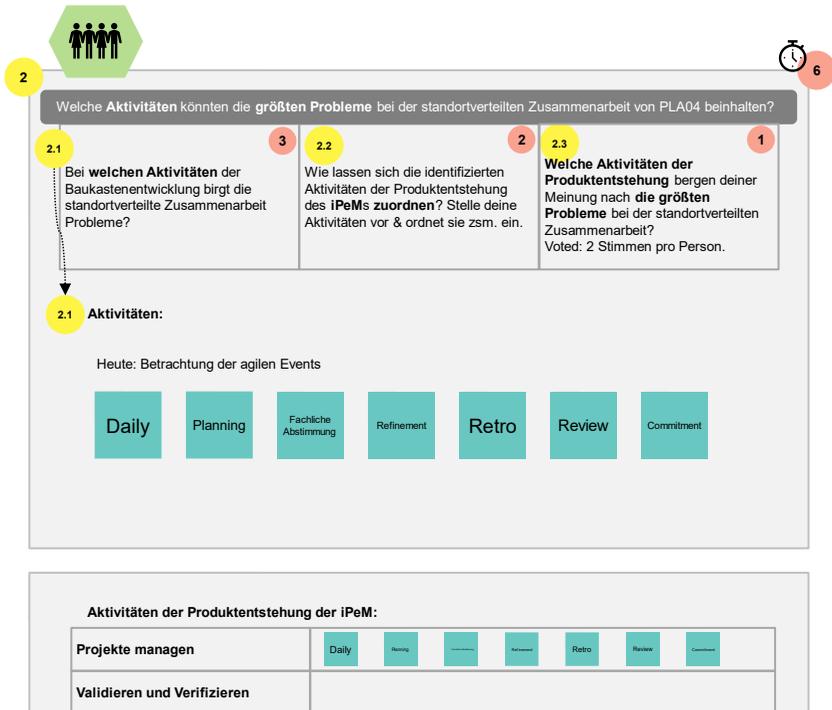


Abbildung 5.12: Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der kritischsten Aktivität im Leitbeispiel. Angepasste Darstellung aus Grimminger (2021)²³

5.2.2.3 Aktivitätenblock 3: Identifikation von Verbesserungspotenzialen

Ziel des Aktivitätenblocks 3 ist die Identifikation der individuellen Verbesserungspotenziale und damit der im weiteren Verlauf der Methodenanwendung zu betrachtenden Potenzialfelder. Der Aktivitätenblock umfasst drei Aktivitäten: die *Wahl der Anwendungsvariante*, die *Identifikation von Verbesserungspotenzialen* sowie die *Überprüfung der Eignung des Verbesserungspotenzials*. Ausschließlich bei der *Identifikation des Verbesserungspotenzials* handelt es sich um eine flexible Aktivität. Die *Wahl der*

²³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Anwendungsvariante ist gleich aufgebaut wie in Aktivitätenblock 2 und wird daher nicht im Detail beschrieben.

Zur *Identifikation der Verbesserungspotenziale* werden die im vorherigen Aktivitätenblock definierte kritische Aktivität und die darin (potenziell) auftretenden Probleme analysiert. Um zu entscheiden, welches Potenzialfeld das größte Potenzial zur Verbesserung aufweist, werden die identifizierten Probleme den Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung zugeordnet. Zusätzlich wird die subjektive Einschätzung der Teammitglieder zu deren Zufriedenheit mit den Handlungsfeldern abgefragt. Das Handlungsfeld mit der geringsten Zufriedenheit und den meisten Problemen wird daraufhin als Potenzialfeld für die weitere Methodenanwendung definiert. Der Leitfaden bietet auch bei dieser Aktivität Anleitungen, Hilfsmittel und Tools, wie bspw. eine Workshop-Vorlage in Form einer Retrospektiven als bewährte Methode (Abbildung 5.13), die Übersicht der Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung und die zugehörigen erfolgsrelevanten Einflussfaktoren (vgl. Abschnitt 4.2).

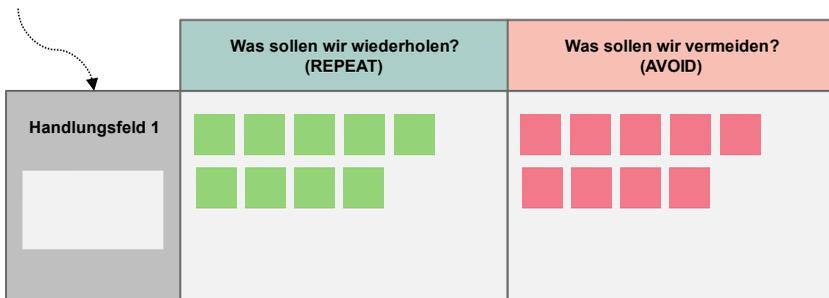


Abbildung 5.13: Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der Verbesserungspotenziale im Leitbeispiel. Angepasste Darstellung aus Zech (2022)²⁴

Ein beispielhaftes Ergebnis der Aktivität zur Veranschaulichung der Bewertung der Zufriedenheit der Teammitglieder mit den Handlungsfeldern kann, wie in Abbildung 5.14 dargestellt, aussehen. Im Beispiel würden die Handlungsfelder *Teamentwicklung & Teamkultur*, *(Virtuelle) Kommunikation & Zusammenarbeit* sowie *Methodenanwendung* als Potenzialfelder definiert werden.

²⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

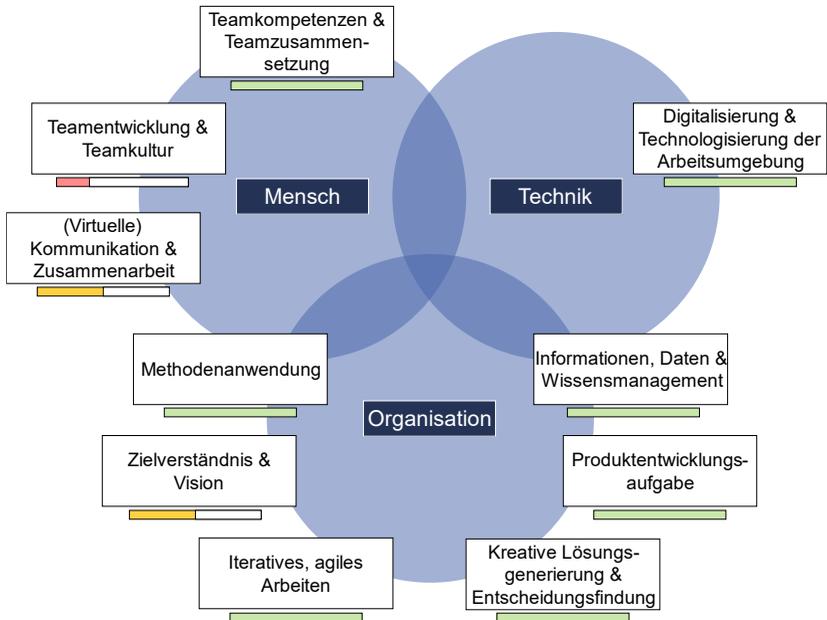


Abbildung 5.14: Beispielhaftes Ergebnis der Identifizierung von Verbesserungspotenzialen zur Veranschaulichung der Bewertung der Zufriedenheit mit den Handlungsfeldern. Die Farbskala deutet mit Rot auf eine geringe Zufriedenheit und mit Grün auf eine hohe Zufriedenheit hin. Darstellung aus Zech (2022, S. 104)²⁵

In der darauffolgenden Aktivität der *Überprüfung der Eignung der identifizierten Verbesserungspotenziale* wird explizit überprüft, ob die identifizierten Verbesserungspotenziale in der standortverteilten Zusammenarbeit begründet liegen, und somit mit der EDiT-Methode erschlossen werden können. Hierfür werden die betrachteten Verbesserungspotenziale und die identifizierten Probleme hinsichtlich möglicher Teilprobleme, deren Ursachen und der Auswirkungen auf das Team, analysiert. In diesem Schritt wird nochmals auf die Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung zurückgegriffen. Durch die Zuordnung der Problemursachen zu den Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung kann angenommen werden, dass die identifizierten

²⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Verbesserungspotenziale auf Ursachen zurückzuführen sind, die in der standortverteilten Produktentwicklung begründet liegen.

Leitbeispiel:

Im zweiten Teil des einstündigen Workshops des Leitbeispiels fand die Definition der vorhandenen Probleme und Herausforderungen in den agilen Events statt. Im Zuge dessen wurden vor allem Probleme wie bspw. „Teilnehmende kennen sich nicht persönlich“ genannt. Schließlich wurden mögliche Ursachen dieser Herausforderungen in die zwölf Handlungsfelder der EDiT-Methode eingeordnet. Die Teamentwicklung wurde als Potenzialfeld mit dem größten Verbesserungspotenzial im Handlungsfeld „Teaminterne Organisationsstrukturen“ mit dem Einflussfaktor der Teamentwicklung ausgewählt (vgl. Abbildung 5.15). (Duehr, Grimminger et al., 2022)

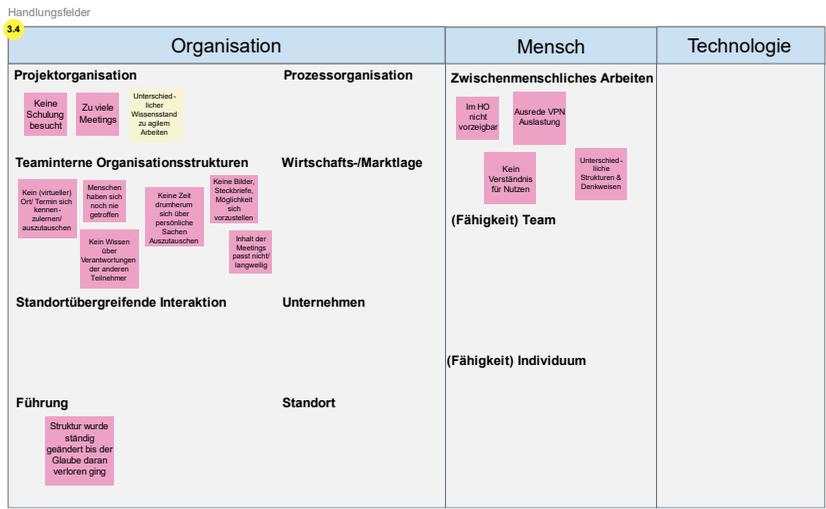


Abbildung 5.15: Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der individuellen Verbesserungspotenziale im Leitbeispiel

5.2.3 Phase 2: Maßnahmen-Definition

Ziel der zweiten Phase ist es, Verbesserungsmaßnahmen zur Erschließung der Potenzialfelder zu definieren. Um dies zu erreichen, werden geeignete Maßnahmen definiert, analysiert und ausgewählt. Zusätzlich muss, um in der letzten Phase eine

abschließende Bewertung der Umsetzung der Maßnahmen durchführen zu können, der Ausgangszustand anhand verschiedener messbarer Variablen aufgenommen werden. Das gesamte Team sollte vor allem bei dieser Phase integriert werden, um von Anfang an eine Akzeptanz des Teams mit den ausgewählten Maßnahmen zu erzielen. Die Aktivität der Maßnahmen-Definition kann sowohl deduktiv als auch kreativ erfolgen. Die Maßnahmen-Definition umfasst die drei Aktivitätenblöcke: *Dokumentation von Informationen zur Methodenanwendung*, *Definition von Maßnahmen* und *Vorbereitung und Durchführung von Messungen zum Ausgangszustand*. Zentrale Hilfsmittel der Phase sind die Matrix zur Abschätzung des Nutzen-Aufwand-Verhältnisses von Maßnahmen, sechs Erfolgsfaktoren zur Maßnahmen-Definition und Umsetzung, Beispiele für Bereiche zur Identifikation messbarer Variablen sowie Beispiele zur Erhebung von Daten der messbaren Variablen in der standortverteilten Zusammenarbeit. Abbildung 5.16 fasst das Ziel, die Aktivitäten sowie den Input und den Output der zweiten Phase zusammen.

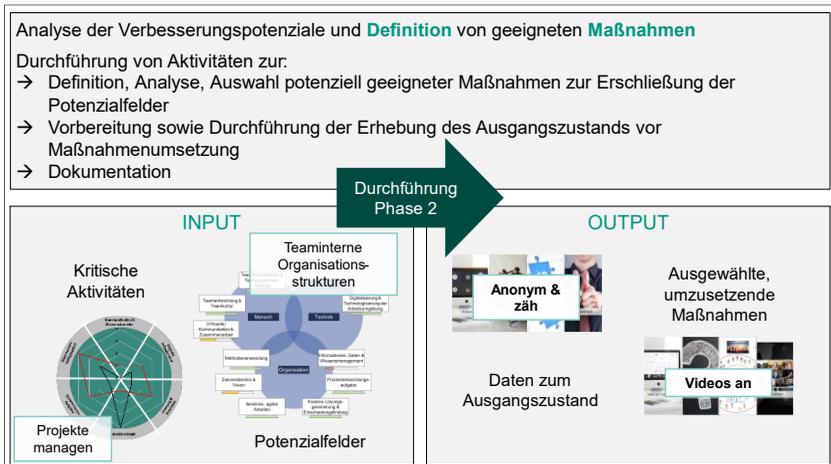


Abbildung 5.16: Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 2 der EDiT-Methode mit beispielhaften Auszügen kritischer Aktivitäten, Potenzialfeldern sowie Maßnahmen. Angepasste Darstellung aus Zech (2022)²⁶

Der Aktivitätenblock 4 *Dokumentation* erfolgt identisch zur Dokumentation in der ersten Phase. Daher wird auf die Beschreibung in Abschnitt 5.2.2.1 verwiesen.

²⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

5.2.3.1 Aktivitätenblock 5: Definition von Maßnahmen

Ziel des Aktivitätenblocks 5 ist die Definition von Maßnahmen zur Erschließung der Potenzialfelder. Der Aktivitätenblock umfasst zwei Aktivitäten: die *Wahl der Anwendungsvariante* und die *Definition von Maßnahmen*. Die erste Aktivität gibt an, dass es sich bei der *Definition von Maßnahmen* um eine flexible Aktivität handelt. Die *Wahl der Anwendungsvariante* ist gleich aufgebaut wie in Aktivitätenblock 2 und wird daher nicht im Detail beschrieben.

Zur *Definition von Maßnahmen* werden zuerst jegliche Maßnahmen im Team gesammelt, die zur Erschließung der Potenzialfelder und damit zur Lösung der bestehenden Probleme beitragen können. Deduktive oder kreative Methoden können bei der Definition von Maßnahmen unterstützen. Hilfreich ist es, jeweils vom bestehenden Problem im Potenzialfeld auszugehen und erstmals eine Menge an Maßnahmen zu sammeln. Im zweiten Schritt werden die Maßnahmen dann auf eine geeignete Anzahl zur Umsetzung reduziert. Die beiden folgenden Leitfragen werden demnach in der Aktivität beantwortet:

- Welche Maßnahmen können ergriffen werden, um die Probleme zu beseitigen / reduzieren?
- Welche Maßnahmen sollen davon umgesetzt werden?

Zur Entscheidung, welche Maßnahmen umgesetzt werden sollen, eignet sich die Zuhilfenahme einer Entscheidungsmatrix (vgl. Abbildung 5.17). Die empfohlene Umsetzungsreihenfolge beginnt bei den *Schnellen Erfolgen*. Als Nächstes können entweder die *Schlüsselaufgaben* oder die *Lückenfüller* angegangen werden. Die *ungeeigneten Maßnahmen* lassen sich bei überschüssigen Ressourcen umsetzen, sollten jedoch zwingend als letztes angegangen werden. Zusätzlich ist es unabdinglich in diesem Schritt Mitglieder der Leitungsebene mit entsprechender Entscheidungsverantwortung in das Problemlösungsteam zu integrieren.

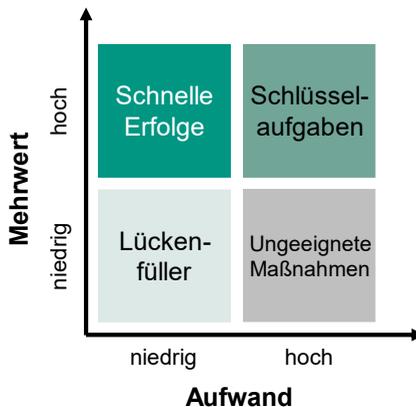


Abbildung 5.17: Matrix zur Abschätzung des Nutzen-Aufwand-Verhältnisses von Maßnahmen. Angepasste Darstellung aus Mueller (2021)²⁷

Der Leitfaden bietet durch die Bereitstellung von sechs Erfolgsfaktoren an die Maßnahmen-Definition (und Umsetzung) eine weitere Unterstützung (Grimminger, 2021, S. 108)²⁸:

- Teilnahme aller relevanten Teammitglieder, besonders jene, welche von der zu erschließenden Herausforderung sowie den resultierenden Maßnahmen betroffen sind
- Vertrauensvolle Atmosphäre für das Äußern von Bedenken zu potenziellen Maßnahmen
- Angemessener Umsetzungsaufwand der Maßnahmen und Integrationsmöglichkeit in bestehende Prozesse
- Verteilung der Zuständigkeiten für die Maßnahmen-Umsetzung auf das gesamte Team
- Festlegung mindestens einer verantwortlichen Person
- Kommunikation der definierten Maßnahmen an alle Teammitglieder sowie Sicherstellung der Zugänglichkeit

Leitbeispiel:

Zur Umsetzung der zweiten Phase wurde im Leitbeispiel ein Workshop im bereits in den Unternehmensabläufen bestehenden Retro-Termin durchgeführt. Zunächst

²⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

²⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

wurde das in Phase 1 definierte Potenzialfeld analysiert sowie eingegrenzt. Die Maßnahme-Definition erfolgte dann anhand der in Abbildung 5.18 gezeigten Leitfragen.

Retro 2020 S16 ✎ Standortverteilte Teamarbeit

Was hält uns davon ab die „5“ – eine ausgezeichnete standortverteilte Teamarbeit - zu erreichen?	Was können wir tun, um die „5“ –eine ausgezeichnete standortverteilte Teamarbeit - zu erreichen/ihr näher zu kommen?
+	+
teilweise haben sie die Teammitglieder noch nie persönlich getroffen ✎ 👍 5 💬 0	Steckbriefe zu Teammitgliedern mit Rolle im Team ✎ -- Evtl. auch persönliche Infos 👍 6 💬 0
Man „kennt“ die Personen nicht wirklich ✎ -- Einander besser kennen lernen 👍 4 💬 0	Virtuelle Kaffee-Küche ✎ -- Regelmäßige persönliche Treffen des Teams (im Wechsel) 👍 4 💬 0
Gemeinsames Mittagessen oder Kaffee trinken fehlt, um auch mal über das Thema hinaus zu reden ✎ -- Gemeinsam Pause zu machen, Kaffee zu trinken, kurz über andere Aufgaben reden 👍 3 💬 0	Weniger Termine im Kalender, die eine spontane Abstimmung verhindern ✎ 👍 3 💬 0
Kann Teamarbeit perfekt sein, wenn sie (auf Dauer) standortverteilt stattfindet? ✎ 👍 0 💬 0	Mehr Kommunikation, insbesondere bevor man mit der eigentlichen Arbeit anfängt ✎ 👍 2 💬 0
Es findet wenig Kommunikation statt ✎ 👍 5 💬 0	Unabhängig von Projekt: Die Anzahl Teams - Termine ist in diesem Jahr explodiert und viele hängen nur mit einem halben Ohr drin. ✎ 👍 2 💬 1
Wer fühlt sich als Teil des Teams und wer nicht ✎ 👍 1 💬 0	Sich selbst zur Kommunikation mahnen, Feedback geben und erfragen ✎ 👍 1 💬 0

Abbildung 5.18: Ausschnitt des Miro Boards zur Identifikation der individuellen Verbesserungspotenziale aus dem Leitbeispiel

Die folgenden fünf Maßnahmen wurden daraufhin zur Umsetzung im Team definiert und ausgewählt (Grimming, 2021, S. 107)²⁹:

- Einschaltung der Kamera in Terminen des Dailys und der Retro
- Einführung einer täglichen persönlichen Kurzfrage im Daily
- Organisation und Durchführung eines virtuellen Teamevents
- Erstellung einer Team-Map bzgl. Verantwortlichkeiten und Rollen
- Einfügen eines persönlichen Fotos in *MS Teams* sowie *Jira*

²⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

5.2.3.2 Aktivitätenblock 6: Vorbereitung und Durchführung von Messungen zum Ausgangszustand

Ziel des Aktivitätenblocks 6 ist die Vorbereitung und Durchführung von Messungen mit geeigneten Variablen, um den individuell vorherrschenden Ausgangszustand des Teams festhalten zu können. Dabei ist zu beachten, dass alle Daten vor der Umsetzung der Maßnahmen erhoben werden, jedoch erst nach der Definition, da die Datenerhebung individuell für die Maßnahmen bestimmt wird. Die Daten werden zur Evaluation der Maßnahmen in Aktivitätenblock 10 hinsichtlich deren Aufwand, Nutzen und Umsetzung ausgewertet. Der Aktivitätenblock umfasst die folgenden fünf Aktivitäten: *Identifikation potenzieller messbarer Variablen*, *Identifikation von Störgrößen*, *Initiale Analyse – Prüfung auf Eignung*, *Auswahl geeigneter messbarer Variablen* und *Messung des Ausgangszustands*. Alle Aktivitäten der Anwendungsvarianten sind gleich aufgebaut und stellen damit standardisierte Aktivitäten dar.

In der Aktivität *Identifikation potenzieller messbarer Variablen* werden qualitative und quantitative, subjektive und objektive messbare Variablen in den Bereichen Nutzen, Aufwand und Umsetzung identifiziert, in denen Daten zum Ausgangszustand erhoben werden können (vgl. Beispiele in Abbildung 5.19). Um aussagekräftige Daten zu erhalten, sollten, wenn möglich, Variablen in allen Felder der Bereiche identifiziert werden.

Nutzen	Aufwand	Umsetzung
👍	Quantitativ	Qualitativ
Objektiv	z.B. Dauer von Aktivitäten	z.B. Eye-Tracking Daten
Subjektiv	z.B. Bewertung der Kritikalitätsfaktoren und Handlungsfelder	z.B. Aussagen aus Interviews

Abbildung 5.19: Überblick über die Bereiche zur Identifikation messbarer Variablen und mögliche Beispiele für den Bereich Nutzen. Angepasste Darstellung aus Zech (2022)³⁰

In der Aktivität *Identifikation von Störgrößen* werden Störgrößen auf die zuvor identifizierten Variablen gesammelt. Störgrößen könnten bspw. Urlaubszeit sein, die zu einer deutlich verringerten Anzahl an Teammitgliedern bei der Erhebung führen kann.

³⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

In der Aktivität *Initiale Analyse – Prüfung auf Eignung* wird die Eignung der identifizierten Variablen überprüft. Ein bereitgestelltes Hilfsmittel im Leitfaden sind die fünf Kriterien zur Auswahl geeigneter Variablen in Tabelle 5.6 dargestellt.

Tabelle 5.6: Kriterien zur Auswahl geeigneter messbarer Variablen.
Angepasste Tabelle aus Grimminger (2021)³¹

Kriterium	Beschreibung
K1	Die messbare Variable sollte aussagekräftig hinsichtlich des Einflusses der Störgröße sein.
K2	Die messbare Variable sollte einen akzeptablen Erhebungsaufwand für das Entwicklungsteam aufweisen.
K3	Die Definition der messbaren Variablen sollte eine korrekte und konsistente Erhebung gewährleisten.
K4	Die messbare Variable sollte eine mögliche Verbesserung des Ausgangszustands aufzeigen können.
K5	Es sollte mindestens eine quantitative und eine qualitative messbare Variable zur Bewertung des Aufwands, Nutzens und der Umsetzung existieren.

In den letzten beiden Aktivitäten erfolgen schließlich die Auswahl der geeigneten Variablen sowie die Messung des Ausgangszustands anhand der ausgewählten Variablen. Der Leitfaden bietet anhand einer Übersicht von Möglichkeiten (vgl. Abbildung 5.20), wie die Daten der Variablen in der standortverteilten Zusammenarbeit erhoben werden können, eine Unterstützung dieser Aktivität.

³¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

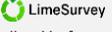
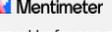
Beobachtung:	 Führen von Strichlisten in Daily und Retro	 Stoppen von Zeiten in Daily	 Notieren von themenspezifischen Aussagen in Terminen	 Notieren von themenspezifischen Beobachtungen
Umfrage:	 Online-Umfrage zur Einschätzung von Aspekten der Zusammenarbeit 	 Kurze Umfragen zur Einschätzung der Maßnahmen und Zustände vor Retro 	 Erhebung von Einschätzungen zu Terminen über Chat 	
Dokumenten-analyse:	 Analyse von Whiteboards, welche während Retros entstanden sind 	 Analyse von Protokollen zu Retros, welche von Kollegen verfasst wurden 		
Interview:	 Durchführung von Interviews zur Erhebung von Bedenken bzgl. Maßnahmen 			

Abbildung 5.20: Beispiele über Möglichkeiten der Datenerhebung in der standortverteilten Zusammenarbeit (Grimminger, 2021, S. 94)³²

Leitbeispiel:

Im Leitbeispiel wurden über 60 potenziell messbare Variablen identifiziert. Zwei der Variablen inklusive der dazugehörigen identifizierten Störvariablen werden in Tabelle 5.7 gezeigt. Am Beispiel der potenziellen messbaren Variablen „Anzahl an Personen im Daily“ und „Anzahl an Fragen bzgl. Zuständigkeiten im Daily“ wurde entschieden, dass aufgrund einiger Störvariablen die Verwendung der Variablen als nicht geeignet eingestuft und die Variablen in der Auswertung des Nutzens nicht in Betracht gezogen werden. (Grimminger, 2021)³³

³² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

³³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle 5.7: Beispiele potenzieller messbarer Variablen und dazugehörige Störvariablen aus dem Leitbeispiel. Angepasste Tabelle aus Grimminger (2021)³⁴

Potenzielle messbare Variable	Identifizierte Störvariablen
Anzahl an Personen im Daily (Verbindlichkeit, Engagement)	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht repräsentative Tage (Kurzarbeit, Urlaub, Freitage) • Personen kommen wegen technischer Störungen nicht ins Daily • Unregelmäßige Paralleltermine
Anzahl an Fragen bzgl. Zuständigkeiten im Daily	<ul style="list-style-type: none"> • Schwierig, konsistente Variablendefinition zu erreichen: Welche Aussagen/Fragen fallen darunter? • Sehr unregelmäßiger Bedarf bzw. Gelegenheit für Fragen • Definition einer Verbesserung der Variable: Anzahl steigt → offenere Kommunikation?; Anzahl sinkt → Zuständigkeiten im Team sind klarer?

Die Überprüfung der Eignung erfolgte anhand der im Leitfaden bereitgestellten Kriterien. Die letztendlich ausgewählten Variablen werden im Leitbeispiel des Aktivitätsblocks 10 im Detail vorgestellt. Die Erhebung der Daten zu den Variablen erfolgte anhand aller in Abbildung 5.20 vorgestellten Möglichkeiten. Dazu wurden diverse Umfragen durchgeführt, Dokumente wie Whiteboards oder Protokolle analysiert, Interviews geführt sowie Daten durch eine teilnehmende Beobachtung erfasst. So wurden unter anderem eine Zeit der Stille von 2:09 Minuten sowie durchschnittlich 1,33 Momente des gemeinsamen Lachens in den Dailys identifiziert. (Grimminger, 2021)³⁵

5.2.4 Phase 3: Maßnahmen-Umsetzung

Ziel der *dritten Phase* ist die Umsetzung der definierten Maßnahmen zur Erschließung der identifizierten und ausgewählten Verbesserungspotenziale in den Potenzialfeldern. Das Team sollte dabei gemeinsam an der Umsetzung der Maßnahmen beteiligt sein. Zusätzlich sollten alle Anstrengungen und zusätzlichen Aktivitäten, die für die Umsetzung von Maßnahmen erforderlich sind, dokumentiert werden. Die Maßnahmen-Umsetzung umfasst die zwei Aktivitätenblöcke: *Dokumentation von Informationen zur Methodenanwendung* und *Umsetzung der Maßnahmen*. Zentrale Hilfsmittel der Phase sind die aus Phase 2 bekannten sechs Erfolgsfaktoren zur Maßnahmen-Definition und –Umsetzung. Abbildung 5.21 fasst

³⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

³⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

das Ziel, die Aktivitäten, sowie den Input und den Output der dritten Phase zusammen.



Abbildung 5.21: Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 3 der EDiT-Methode mit beispielhaften Maßnahmen und deren Umsetzung. Angepasste Darstellung aus Zech (2022)³⁶

Der Aktivitätenblock 7 *Dokumentation* erfolgt identisch zur Dokumentation in der ersten Phase. Daher wird auf die Beschreibung in Abschnitt 5.2.2.1 verwiesen. Lediglich die Dokumentation der Ressourcen zur Umsetzung der Maßnahmen kommt hinzu. Auch diese Aktivität wird wie die beiden vorangegangenen Aktivitäten zur Dokumentation im Leitfaden durch eine Excel-Vorlage unterstützt.

5.2.4.1 Aktivitätenblock 8: Umsetzung von ausgewählten Maßnahmen

Ziel des Aktivitätenblocks 8 ist die Umsetzung der in Phase 2 definierten Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale in den Potenzialfeldern. Dabei ist zu beachten, dass die Maßnahmen auf die individuelle Entwicklungssituation angepasst werden, um den angestrebten Erfolg zu erreichen. Der Aktivitätenblock umfasst lediglich eine Aktivität: *Umsetzung der Maßnahmen*.

In der Aktivität *Umsetzung der Maßnahmen* wird zunächst die Umsetzung der definierten Maßnahmen durch die verantwortliche Person geplant. Dazu gehören die Anpassung und Konkretisierung der Maßnahmen für die vorherrschende

³⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Entwicklungssituation sowie die Gegebenheiten im Entwicklungsteam. Zur Unterstützung können dazu die in Abschnitt 5.2.3.1 vorgestellten Erfolgsfaktoren der Maßnahme-Definition und –Umsetzung hinzugezogen werden. Im Anschluss werden die Maßnahmen durch das Team umgesetzt.

Leitbeispiel:

Die Umsetzung der definierten Maßnahmen erfolgte im Leitbeispiel auf freiwilliger Basis. Abbildung 5.22 stellt eine beispielhafte Umsetzung der Maßnahme *Kurzfrage im Daily* dar.

Hier findet ihr Anregungen für die tägliche Daily Frage. Wenn euch noch mehr einfällt...

Hier ist Platz für Kreativität.

Wenn ihr eine Frage gestellt habt, könnt ihr diese auch abhaken.

- Weitere Webseiten
- Lieblings...
- Empfehlungen
- Team
- Trumpf
- Persönliches
- Alltag aufbrechen
- Entweder oder ...

Weitere Webseiten

- <https://collaborationsuperpowers.com/44-icebreakers-for-virtual-teams/>
- <https://icebreaker.range.co/>

Liebings...

- Eissorte
- Kuchen
- Jahreszeit
- ...

Empfehlungen

- Welche App kannst du empfehlen (die wenige kennen)?
- Wo sollte man in Deutschland gewesen sein?
- Welche Serie/Film/Show sollte das ganze Team mal gesehen haben?
- ...

Team

- Was könnte unser Team -Maskottchen sein?
- Was bedeutet Leadership für dich?/Was macht einen guten Leader aus?
- Sind Deadlines hilfreich oder stressig für dich?
- ...

Abbildung 5.22: Umsetzung der Maßnahme: Kurzfrage im Daily – Unterstützung durch Beispiele und weitere hilfreiche Webseiten in Confluence. Angepasste Darstellung aus Grimminger (2021)³⁷

Die Kurzfrage wurde durch Beispiele und weitere hilfreiche Webseiten in Confluence unterstützt. Dadurch konnte die jeweils zu Beginn des Dailys gestellte Kurzfrage

³⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

abwechslungsreich gestaltet werden. Zusätzlich wurde eine Team-Map erstellt, auf der die Zuständigkeiten der Teammitglieder einzusehen sind. (Grimminger, 2021)³⁸

5.2.5 Phase 4: Maßnahmen-Evaluation

Ziel der vierten Phase ist die Evaluation der Methodenanwendung hinsichtlich der drei Punkte: Evaluation der umgesetzten Maßnahmen, Evaluation der Anwendung der Methode, Evaluation der Erfüllung der Zielsystemelemente der Methode. Zusätzlich wird die Methodenanwendung in einem Nachbereiten und Lernen reflektiert. Die Maßnahmen-Evaluation umfasst die fünf Aktivitätenblöcke: *Dokumentation von Informationen zur Methodenanwendung*, *Evaluation der Verbesserung durch die Maßnahmen*, *Evaluation der durchgeführten Methodenanwendung*, *Evaluation durch Abgleich der Zielsystemelemente* und *Nachbereiten und Lernen*. Bei allen Aktivitäten in den Aktivitätenblöcken handelt es sich um standardisierte Aktivitäten, die jedoch Raum zur Anpassung auf die individuelle Entwicklungssituation aufweisen. Zentrale Hilfsmittel der Phase sind die aus Phase 2 bekannten Beispiele zur Erhebung von Daten der messbaren Variablen, Beispiele zur Aufbereitung der erhobenen Daten sowie die 16 Zielsystemelemente der EDiT-Methode, umgesetzt in einer Umfrage. Abbildung 5.23 fasst das Ziel, die Aktivitäten, sowie den Input und den Output der vierten Phase zusammen.

Der Aktivitätenblock 9 *Dokumentation* erfolgt identisch zur Dokumentation in der ersten Phase. Daher wird auf die Beschreibung in Abschnitt 5.2.2.1 verwiesen.

³⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

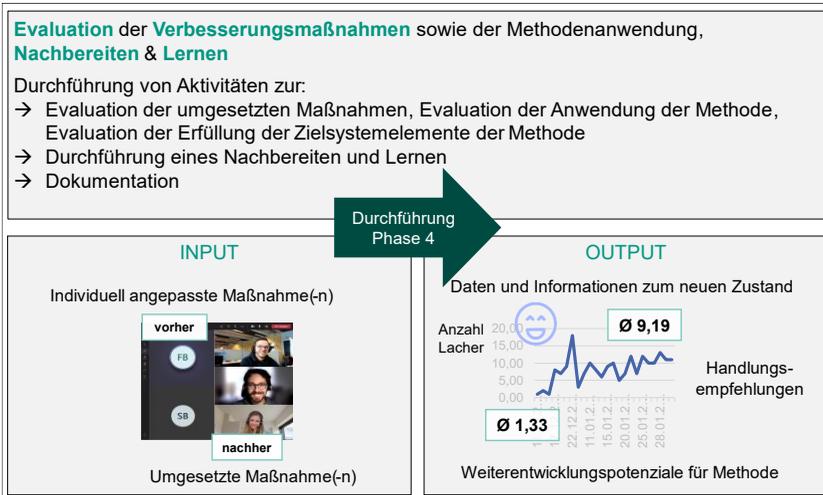


Abbildung 5.23: Zusammenfassende Darstellung von Ziel, Vorgehensweise, Input und Output zu Phase 4 der EDiT-Methode mit beispielhaften Maßnahmen und deren Evaluation. Angepasste Darstellung aus Zech (2022)³⁹

5.2.5.1 Aktivitätenblock 10: Evaluation der Verbesserung durch die Maßnahmen

Ziel des Aktivitätenblocks 10 ist die Evaluation der Verbesserung der Zusammenarbeit, die durch die umgesetzten Maßnahmen erreicht wurde, und damit die Evaluation des Mehrwerts der Methodenanwendung. Dabei wird vor allem der Nutzen dem Aufwand der Umsetzung der Maßnahmen gegenübergestellt. Außerdem werden Verbesserungspotenziale für die zukünftige Umsetzung der Maßnahmen abgeleitet. Der Aktivitätenblock umfasst drei Aktivitäten: *Messung des neuen Zustands*, *Finale Analyse und statistische Aufbereitung* und *Evaluation der Maßnahmen*.

In der Aktivität *Messung des neuen Zustands* werden zunächst alle qualitativen und quantitativen, subjektiven und objektiven messbaren Variablen in den Bereichen Nutzen, Aufwand und Umsetzung aus Aktivitätenblock 6 zur Erhebung des neuen IST-Zustands erfasst. Aufgrund der Integration objektiver Variablen ist es nicht zwingend erforderlich, Teamexterne-Mitglieder in das Problemlösungsteam zu

³⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

integrieren. Die Gegenüberstellung der objektiven und subjektiven Variablen dient zur Sicherstellung der Auswertung. Abhängig der Variablen müssen die Erhebungen kontinuierlich während der Maßnahmen-Umsetzung oder am Ende der Methodenanwendung erfolgen. Ein beispielhaftes Ergebnis der Aktivität zur Veranschaulichung der Messung des neuen Zustands anhand der verbesserten Bewertung der Zufriedenheit mit den Handlungsfeldern durch die Teammitglieder kann, wie in Abbildung 5.24 dargestellt, aussehen.

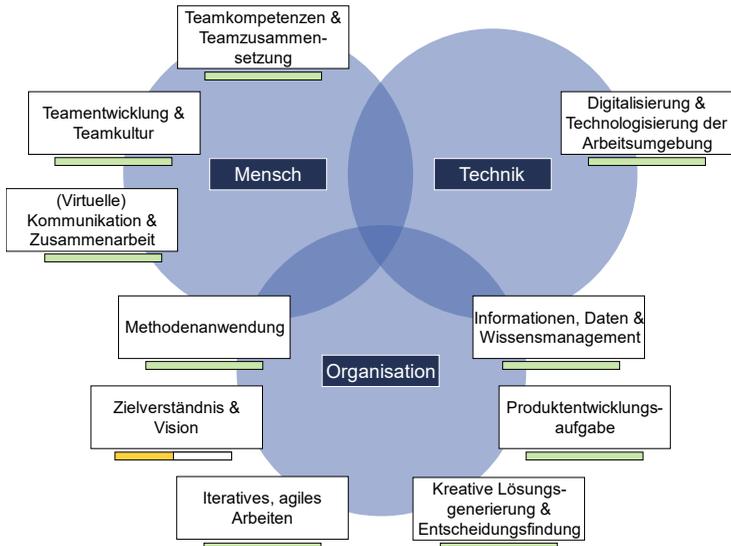


Abbildung 5.24: Beispielhaftes Ergebnis der Messung des neuen Zustands zur Veranschaulichung der verbesserten Bewertung der Zufriedenheit mit den Handlungsfeldern. Darstellung aus Zech (2022, S. 117)⁴⁰

In der anschließenden Aktivität *Finale Analyse und statistische Aufbereitung* werden die erhobenen Daten des Ausgangszustands mit den Daten des neuen IST-Zustands verglichen. Diese Aktivität hat im Vergleich zu anderen Aktivitäten einen großen Umfang. Dies wird im Leitbeispiel deutlich. Ergänzend dazu sollten die Informationen aus der Dokumentation der Umsetzung der Maßnahmen hinzugezogen werden. Anschließend folgt die Aktivität *Evaluation der Maßnahmen*.

⁴⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Der Leitfaden unterstützt die Aktivität mit einer Vorlage zur Bewertung der Maßnahme-Umsetzung hinsichtlich der drei Hinweise:

- Das hat mir gut gefallen
- Das hat mir nicht gut gefallen
- Meine Ideen zur Verbesserung

Leitbeispiel:

Die Analyse der messbaren Variablen der Umsetzung der Maßnahmen im Leitbeispiel (vgl. Abbildung 5.25) ergab auszugswise nach Grimminger (2021)⁴¹, dass

- zwei Teamevents mit einer Beteiligung von 11 bzw. 12 Personen von insgesamt 16 stattfanden,
- in den durchgeführten Retrospektiven durchschnittlich 81 % der Teammitglieder das Video freiwillig anschalteten (Vergleich Ausgangszustand: 0 %),
- überwiegend die gleichen Teammitglieder im Daily ihr Video anmachten (Beobachtung) und
- die Teammitglieder die Umsetzung der Team-Map im Mittel mit 7,33 auf einer Skala von 0 bis 10 bewerteten (n = 6; 0 – sehr schlecht, 10 – sehr gut).

Schlussfolgernd konnte aufgezeigt werden, dass die in Phase 3 der EDiT-Methode definierten Maßnahmen im Wesentlichen durch das Team umgesetzt wurden (Grimminger, 2021)⁴².

⁴¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

⁴² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Umsetzung 	Quantitativ	Qualitativ
	Objektiv	Anzahl der Personen mit Video in Retro 
Subjektiv	Einschätzung der Umsetzung der Maßnahme „Team-Map“ auf Skala 	„Magst du nicht auch dein Video anmachen?“

Abbildung 5.25: Überblick über die messbaren Variablen der Umsetzung im Leitbeispiel (Grimminger, 2021, S. 113)⁴³.

Die Analyse der messbaren Variablen des Aufwands (vgl. Abbildung 5.26) ergab auszugsweise nach Grimminger (2021)⁴⁴:

- Ein einmaliger Aufwand von ca. 6 Klicks pro Teammitglied wurde ermittelt, um ein Foto in MS Teams hochzuladen. Hinzukommen einmalige Aufwände zur Auswahl eines Fotos.
- Die Vorbereitung des Teamevents dauerte ca. 2,5 Stunden. Dazu zählte bspw. die Erstellung einer Umfrage bzgl. Termin und Spielart, das Einstellen eines Termins sowie weiterer Aufwand zur Vorbereitung des Termins. Zudem wurden ca. 20 min jedes Teammitglieds beansprucht, um die Umfrage auszufüllen und sich auf den Termin vorzubereiten. Das Teamevent selbst dauerte ebenfalls 2,5 Stunden.

Demnach konnte ein Aufwand im Zusammenhang mit der Umsetzung der Maßnahmen festgestellt werden. Dieser wird jedoch akzeptiert, da die Umsetzung der Maßnahmen auf freiwilliger Basis stattfand. (Grimminger, 2021)⁴⁵

⁴³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

⁴⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

⁴⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Aufwand 	Quantitativ	Qualitativ
	Objektiv	Ca. 6 Klicks pro Fotoupload
Subjektiv	-	„Ich falle ungern auf.“ „Ich bin einfach zu faul.“

Abbildung 5.26: Überblick über die messbaren Variablen des Aufwands im Leitbeispiel (Grimminger, 2021, S. 114)⁴⁶.

Den messbaren Variablen des Aufwands wurden die messbaren Variablen des Nutzens gegenübergestellt. Die Analyse der messbaren Variablen des Nutzens (vgl. Abbildung 5.27) ergab auszugsweise nach Grimminger (2021)⁴⁷:

- Die subjektive Bewertung der Wirksamkeit der Maßnahme der „Aktivierung der Kamera in Daily und Retro“ im Mittel mit 8,88 auf einer Skala von 0 bis 10 (n = 8; 0 – sehr schlecht, 10 – sehr gut).
- Teammitglieder entdeckten auf Basis der täglichen persönlichen Kurzfrage Gemeinsamkeiten („Bei mir ist es ähnlich“). Zudem wird diese als "nette Abwechslung“ gesehen“. „Die Kurzfrage hilft mir ein besseres Bild von den anderen Leuten zu bekommen.“
- Durch die erstellte Team-Map wurde der Begriff des „Kernteams“ im betrachteten Entwicklungsteam integriert. Außerdem diente die Team-Map in mehreren Retrospektiven sowie in einem Refinement als Diskussionsgrundlage. Des Weiteren äußerte der Scrum Master des Teams: „Die Team-Map ist extrem hilfreich, ich habe da immer wieder draufgeschaut.“
- Es konnte ein aufgelockerter Umgang der Teammitglieder miteinander im Daily beobachtet werden. Ein allgemeines „Duzen“ wurde im Laufe der Maßnahmen-Umsetzung eingeführt.
- Die verbesserte Teamentwicklung des neuen Zustands wurde in späteren Retrospektiven hervorgehoben: „gutes Vertrauen im Team“.
- Der Ausgangszustand wurde in Interviews wie folgt beschrieben: „Ich weiß nicht mal, wie zwei meiner Teammitglieder aussehen. Sie haben immer ihr Video aus und kein Foto in Teams.“ Wohingegen der neue Zustand wie folgt

⁴⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

⁴⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

beschrieben wurde: „Das Team arbeitet mittlerweile richtig gut zusammen, wir sind zu einem Team geworden.“

Nutzen 	Quantitativ	Qualitativ
	Objektiv	-
Subjektiv	Einschätzung der Wirksamkeit der Maßnahme „Video an“ auf Skala 	„Danke, dass ihr so ein tolles Team seid.“

Abbildung 5.27: Überblick über die messbaren Variablen des Nutzens im Leitbeispiel (Grimminger, 2021, S. 116)⁴⁸.

Da die Auswertung des Nutzens der Methode im Fokus der Evaluation der Verbesserung durch die Maßnahmen steht, wird auf einige ausgewählte erhobene quantitativ-objektiven messbare Variablen des Nutzens zur Bewertung der Teamentwicklung im Detail eingegangen. Abbildung 5.28 fasst die Daten zur Bewertung der Teamentwicklung im Daily zusammen. Zudem wurden einige quantitativ-objektive messbare Variablen des Aufwands sowie der Umsetzung in die Darstellung miteinbezogen.

⁴⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

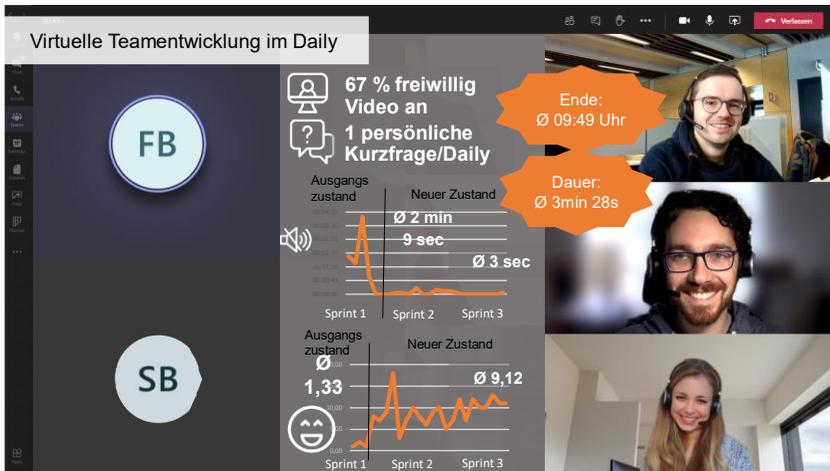


Abbildung 5.28: Veranschaulichung ausgewählter messbarer Variablen zur Bewertung der Teamentwicklung im Daily. Übersetzte Darstellung aus Duehr und Grimminger et al. (2022) und Grimminger (2021, S. 117)⁴⁹

67 Prozent der Teammitglieder schalteten basierend auf der definierten Maßnahme freiwillig ihr Video während des Dailys ein. Zudem konnte eine tägliche Umsetzung der „persönlichen Kurzfrage“ beobachtet werden, welche zu einem regen Austausch zu aktuellen Themen und Belangen schon vor dem eigentlichen Daily führte, mit einem täglichen Aufwand von 3:28 Minuten. Der Nutzen konnte anhand der deutlich reduzierten Zeit der Stille während des Dailys nachgewiesen werden. Zusätzlich stiegen die Momente des gemeinsamen Lachens im Daily von durchschnittlich 1,33 auf 9,12 Momente an, was eine positive Entwicklung des Teamklimas verdeutlicht. (Duehr, Grimminger et al., 2022)

Zusätzlich wurden ausgewählte Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung als quantitativ-subjektive Variablen des Nutzens in Form einer Befragung zu verschiedenen Variablen der Teamentwicklung erhoben. Die Veränderung der Einflussfaktoren vom Ausgangszustand hin zum neuen Zustand wird in Abbildung 5.29 anhand des Mittelwerts aufgezeigt.

⁴⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

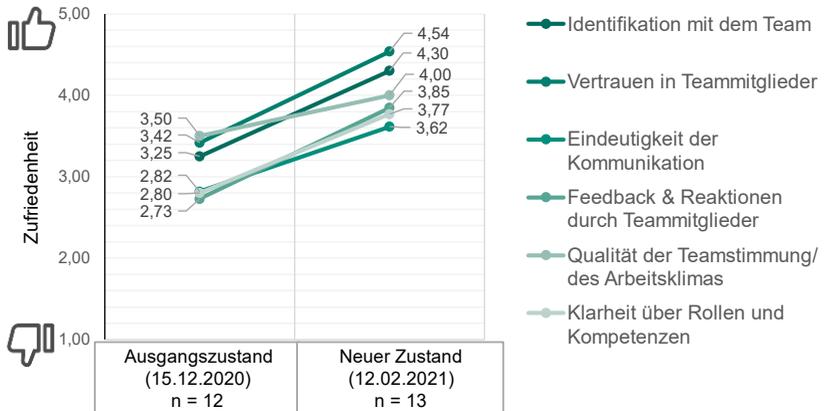


Abbildung 5.29: Veränderung des arithmetischen Mittels erhobener Variablen des Nutzens bzgl. der Teamentwicklung (Grimminger, 2021, S. 117)⁵⁰.

Die Fragestellungen wurden in der Form am Beispiel der Identifikation mit dem Team wie folgt gestellt: „Wie schätzt du die Identifikation mit dem Team ein?“ Dabei galt der Wert 5 als „hoch“ und der Wert 1 als „gering“. Die Auswertung der Einflussfaktoren hinsichtlich der standortverteilten Teamentwicklung zeigt, dass sich alle sechs Faktoren um ungefähr einen Skalenwert verbessert haben. Zur tiefgreifenden Analyse der Verbesserungen wurden zusätzlich die Veränderungen der Abstände der Quartile sowie der Median analysiert. Abbildung 5.30 zeigt am Beispiel des „Vertrauens der Teammitglieder“ einen deutlich geringeren Quartilsabstand und lässt schlussfolgern, dass es eine wesentlich einheitlichere Einschätzung der Teammitglieder und somit ein allgemein hohes Vertrauen im Team erreicht werden konnte. (Grimminger, 2021)⁵¹

⁵⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

⁵¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

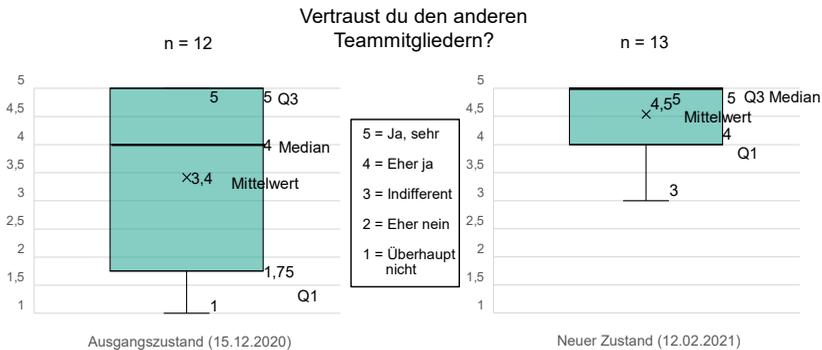


Abbildung 5.30: Veränderungen der Abstände der Quartile sowie der Median am Beispiel des Vertrauens in Teammitgliedern (Grimminger, 2021, S. 118)⁵²

5.2.5.2 Aktivitätenblock 11: Evaluation der durchgeführten Methodenanwendung

Ziel des Aktivitätenblocks 11 ist die Evaluation der durchgeführten Methodenanwendung, um zum einen den Mehrwert dem Aufwand der gesamten Methodenanwendung gegenüberzustellen und zum anderen Verbesserungspotenziale für die Methodenanwendung abzuleiten. Der Aktivitätenblock umfasst zwei Aktivitäten: *Sammlung von Informationen zur Anwendung* und *Aufbereitung und Analyse der Informationen*.

In der Aktivität *Sammlung von Informationen zur Anwendung* werden die während der Methodenanwendung festgehaltenen Informationen in der Dokumentation der benötigten Ressourcen zur Anwendung sowie der Dokumentation von Eindrücken und spezifischen Problemen aus den vorherigen Phasen gesammelt. Der Leitfaden unterstützt die Aktivität mit einer Vorlage zum Feedback zur Methodenanwendung hinsichtlich der drei Hinweise:

- Das ist mir positiv aufgefallen.
- Das ist mir negativ aufgefallen.
- Meine Ideen zur Verbesserung (inkl. diese Ideen sollen direkt umgesetzt werden).

⁵² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Leitbeispiel:

Im Leitbeispiel wurde zur Evaluation der Methodenanwendung gemeinsam die gesamte Anwendung der Methode zusammengefasst und reflektiert: Die EDiT-Methode wurde in Form eines zweiteiligen Workshops zur Potenzialanalyse und Maßnahmen-Definition, einer Retrospektive zur Konkretisierung der Maßnahmendefinition, einer individuellen Umsetzung der definierten Maßnahmen und einer Bewertung der Maßnahmen in Retrospektiven angewendet. Begleitend fand ein kontinuierlicher Wissenstransfer zu den Methodenergebnissen innerhalb des Teams sowie eine iterative und begleitende Weiterentwicklung der EDiT-Methode statt. Abbildung 5.31 fasst die Methodenanwendung inklusive der durchgeführten Weiterentwicklungen der EDiT-Methode im Leitbeispiel zusammen.

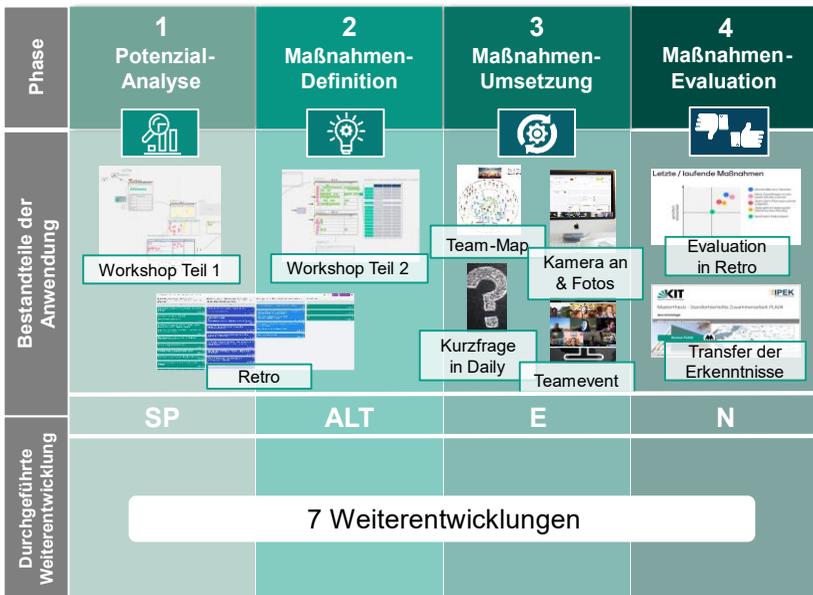


Abbildung 5.31: Individuelle Durchführung, Anpassung und Weiterentwicklung der EDiT-Methode im Leitbeispiel. Übersetzte Darstellung aus Duehr und Grimminger et al. (2022) und angepasst aus Grimminger (2021)⁵³

⁵³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Der Aufwand zur Anwendung der Methode belief sich auf 50 Stunden Vorbereitungsaufwand und 42 Stunden Durchführungsaufwand. Während der Anwendung der EDiT-Methode im Leitbeispiel wurden sieben Verbesserungspotenziale der EDiT-Methode identifiziert und inkrementell umgesetzt (Grimminger, 2021)⁵⁴:

- die Konzeption eines zweiteiligen Workshops zur virtuellen Anwendung der EDiT-Methode mit Vertretern des Teams
- die Umstrukturierung und Benennung der aus Phase 1 der EDiT-Methode resultierenden Handlungsfelder und Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung
- die Konzeption eines Verfahrens zur Umsetzung der Phasen 1 und 2 der EDiT-Methode in einer Retrospektive
- die Aufnahme der Phase 3 - Umsetzung von Maßnahmen - als weitere Phase der EDiT-Methode
- die Benennung der Methode als "EDiT-Methode - Enabling Distributed Teams"
- die Entwicklung von sechs Erfolgsfaktoren für die Definition und Umsetzung von Maßnahmen
- die Konzeption grundlegender Komponenten der Phase 4 – Maßnahmenevaluation

5.2.5.3 Aktivitätenblock 12: Evaluation der EDiT-Methode durch den Abgleich der Zielsystemelemente

Ziel des Aktivitätenblocks 12 ist es, die Methodenanwendung anhand der bestehenden Zielsystemelemente einer Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit zu reflektieren, um weitere Verbesserungspotenziale der EDiT-Methode abzuleiten. Der Aktivitätenblock umfasst drei Aktivitäten: *Erhebung des Erfüllungsgrads der Zielsystemelemente*, *Statistische Analyse der Ergebnisse* und *Ableitung von Handlungsempfehlungen*.

In der Aktivität *Erhebung des Erfüllungsgrads der Zielsystemelemente* wird die subjektive Einschätzung der an der Methodenanwendung beteiligten Personen zu der Erfüllung der Zielsystemelemente erhoben. Der Leitfaden stellt dazu eine Unterstützung durch eine Umfragevorlage bereit. Die Teilnehmenden der Umfrage bewerten die 16 Zielsystemelemente, unterteilt in Anforderungen an die Anwendbarkeit, Ziele der Unterstützungsleistung und Ziele des Erfolgsbeitrags (vgl.

⁵⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Abschnitt 4.3.2), anhand einer fünfstufigen Likert-Skala von 1 – stimme nicht zu bis 5 – stimme voll und ganz zu. Anschließend erfolgt in der Aktivität *Statistische Analyse der Ergebnisse* die Analyse und Aufbereitung der Ergebnisse. Ein beispielhaftes Ergebnis einer einfachen grafischen Aufbereitung ist in Abbildung 5.32 dargestellt.

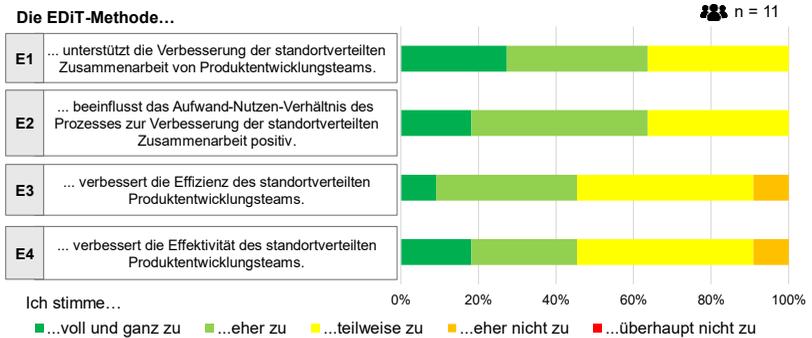


Abbildung 5.32: Beispielhaftes Ergebnis der grafischen Auswertung einer möglichen Einschätzung des Erfüllungsgrades der Zielsystemelemente der Anwendbarkeit der EDiT-Methode (Grimminge, 2021, S. 136)⁵⁵

In der Aktivität *Ableitung von Handlungsempfehlungen* werden basierend auf den Ergebnissen der Auswertung gemeinsam weitere Verbesserungspotenziale zur Erfüllung der Zielsystemelemente abgeleitet.

Leitbeispiel:

Die Auswertung der Bewertung des Erfüllungsgrads der 16 Zielsystemelemente an die EDiT-Methode im Leitbeispiel ist in Abbildung 5.33 dargestellt.

⁵⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Trumpf		Die EDiT-Methode ...					
		n	1	2	3	4	5
U1	... unterstützt das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die standortverteilte Produktentwicklung.	1			4,0		
U2	... unterstützt die Identifikation kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung.	1	3,0				
U3	... unterstützt die Analyse von Verbesserungspotentialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	1			5,0		
U4	... unterstützt die Definition von Maßnahmen zur Erschließung von Verbesserungspotentialen in der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	1			5,0		
U5	... unterstützt die Umsetzung definierter Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	1			4,0		
U6	... unterstützt die Evaluation der umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams.	1	3,0				
A1	... hat ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen.	1			4,0		
A2	... ist für das Produktentwicklungsteam einfach anwendbar.	1	3,0				
A3	... ist in sinnvolle Arbeitsschritte gegliedert.	1			5,0		
A4	... hat einen angemessenen Detaillierungsgrad.	1	3,0				
A5	... lässt sich in bestehende Prozesse integrieren.	1			4,0		
A6	... lässt sich in unterschiedlichen Entwicklungsteams anwenden.	1			4,0		
E1	... unterstützt die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams	11			3,9		
E2	... beeinflusst das Aufwand-Nutzen-Verhältnis des Prozesses zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit positiv.	11			3,8		
E3	... verbessert die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	11			3,5		
E4	... verbessert die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	11			3,5		

Abbildung 5.33: Bewertung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode im Leitbeispiel

Aufgrund des geringen Einblicks des Teams in die Vorbereitungen und Auswertungen der EDiT-Methode wurden die Zielsystemelemente der Unterstützungsleistung und Anwendbarkeit basierend auf den Beobachtungen des Teams durch die Methodenforscherin durchgeführt. Lediglich bei den Zielsystemelementen des Erfolgsbei-

trags konnte das Team zur Erfüllung der Zielsystemelemente Aussagen treffen. Insgesamt nahmen elf Teammitglieder an der Umfrage teil. Anhand der Bewertung der Zielsystemelemente wurde geschlussfolgert, dass zum Stand der Studiendurchführung die EDiT-Methode grundlegend die Zielsystemelemente erfüllt. Dennoch zeigten sich einige Verbesserungspotenziale wie bspw. die Unterstützung der Identifikation kritischer Aktivitäten und der Evaluation der Maßnahmen sowie die Vereinfachung der Anwendbarkeit. (Grimminger, 2021) ⁵⁶

5.2.5.4 Aktivitätenblock 13: Nachbereiten und Lernen der gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse

Ziel des Aktivitätenblock 13 ist das Nachbereiten und Lernen über die gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse im gesamten Team, um die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung des Gelernten in der Praxis zu erhöhen. Der Aktivitätenblock umfasst zwei Aktivitäten: *Interpretation der Ergebnisse* und *Weiterentwicklung der EDiT-Methode*.

In der Aktivität *Interpretation der Ergebnisse* werden die aufbereiteten Ergebnisse der vorangegangenen Aktivitäten zur Evaluation der Methodenanwendung herangezogen. Diese werden anhand der Fragestellung gesammelt und interpretiert: „Welchen Beitrag hat die Anwendung der EDiT-Methode, auch über die Anwendung der EDiT-Methode hinweg, auf die weitere standortverteilte Zusammenarbeit in der Produktentwicklung geleistet?“.

In der Aktivität *Weiterentwicklung der EDiT-Methode* werden die Beiträge anhand der zwei Punkte reflektiert:

- Aus der Anwendung der EDiT Methode nehme ich für die standortverteilte Zusammenarbeit in der Produktentwicklung mit: ...
- Auf Basis der interpretierten Ergebnisse der Evaluation und der Teilnahme am Verbesserungsprozess ergeben sich für mich folgende Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der EDiT-Methode: ...

Die Reflektion kann dabei methodisch unterstützt und auch erweitert werden. Wichtig ist, genügend Zeit für die Reflektion einzuplanen, da die folgende Anwendung der EDiT-Methode auf den Ergebnissen der Reflektion aufbaut.

Leitbeispiel:

⁵⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Im Leitbeispiel wurden die Aktivitäten des Aktivitätenblocks 13 gemeinsam mit der Ableitung von Verbesserungspotenzialen für die EDiT-Methode im Aktivitätenblock 12 durchgeführt. Die folgenden Verbesserungspotenziale zur Erhöhung der Erfolgswahrscheinlichkeit der EDiT-Methode wurden im Leitbeispiel definiert (Grimminger, 2021)⁵⁷:

- Erstellung von weiteren Templates zur Umsetzung der EDiT-Methode in Workshops, Interviews und Umfragen und Zusammenfassung der Templates in einem Leitfaden
- Erstellung einer Übersicht zum Transfer der gewonnenen Informationen während der EDiT-Methode an das Team
- Erstellung einer Unterstützung zur Definition und Umsetzung geeigneter Maßnahmen durch eine Bereitstellung von Best-Practice Maßnahmen

5.3 Fazit

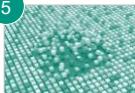
Die präskriptive Studie wurde mit dem Ziel durchgeführt, eine Methode zu entwickeln, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung zu identifizieren und zu erschließen (genannt EDiT-Methode: Enabling Distributed Teams). Folgende Teilforschungsfragen wurden dazu beantwortet:

- 2.1. Welche Maßnahmen ergeben sich aus der Analyse der Zielsystemelemente der Methode, sodass die Integration der Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung in der zu entwickelnden Methode unterstützt wird?
- 2.2. Wie gestaltet sich eine Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit basierend auf den abgeleiteten Maßnahmen und Elementen?

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde ein zweigeteiltes Vorgehen gewählt, welches in Abbildung 5.34 inklusive der Ziele und wichtigsten Ergebnisse dargestellt ist.

⁵⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

5



FF2:
**Methode zur Befähigung von
 Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der
 standortverteilten Zusammenarbeit**



Ziele:

Maßnahmen zur Umsetzung
 der Zielsystemelemente
 in der Entwicklung der Methode

Nr.	Anforderungen an die Methode	Elemente und Maßnahmen
E1	Die EDiT-Methode unterstützt die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams.	Struktur der Methode basiert auf der SPALTEN Problemlösungsmethode und der Verwendung der Konzepte der Kritikalitätsfaktoren und Handlungsregeln der standortverteilten Produktentwicklung.
E2	Die EDiT-Methode beeinflusst das Aufwand/Nutzen-Verhältnis des standortverteilten Zusammenarbeits prozess zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit positiv.	Unterstützung bei der Auswahl der Maßnahmen mit dem besten Aufwand/Nutzen-Verhältnis in der Aktivität „Definition von Maßnahmen“. Zusätzlich wird in der Aktivität „Evaluation der Verbesserung“ der Aufwand gegen den Nutzen der Methode bewertet.
E3	Die EDiT-Methode verbessert die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	Verwendung des Konzepts der Kritikalitätsfaktoren, das Faktoren integriert, welche die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Produktentwicklung beeinflussen.
E4	Die EDiT-Methode verbessert die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	Verwendung des Konzepts der Kritikalitätsfaktoren, das Faktoren integriert, welche die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Produktentwicklung beeinflussen.

EDiT-Methode – Enabling Distributed Teams

S P	A L	T	E	N
Situationsinformationen	Lernungs- informationen	Entscheidungs- informationen		Best-Practice
Phase 1 Potential-Analyse	Phase 2 Maßnahmen-Definition	Phase 3 Maßnahmen- Umsetzung	Phase 4 Maßnahmen- Evaluation	
Identifikation von kritischen Aktivitäten aufgrund Effizienz- und Effektivitätsverlusten sowie Identifikation von Verbesserungspotenzialen	Analyse der Verbesserungspotenziale und Definition von Maßnahmen	Umsetzung der Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale	Evaluation der Verbesserungsmaßnahmen sowie der Methodenanwendung, Nachbessern und Lernen	
<p>Projekt Metriken</p>	<p>Transmitter Organisations- strukturen</p>	<p>vorher</p>	<p>Ø 9,10</p> <p>Ø 1,33</p>	
<p>Daily</p>	<p>Arbeits- zsh</p> <p>Video an</p>	<p>nachher</p>		

Vorgehen:

Analyse der Zielsystemelemente der Methode
 und Ableitung von Maßnahmen für
 Methodenentwicklung

Entwicklung der Methode durch die Integration
 der abgeleiteten Maßnahmen

Abbildung 5.34: Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der Präskriptiven Studie zur Entwicklung der EDiT-Methode

Dazu wurde zunächst eine umfassende Analyse der bisher generierten Erkenntnisse über die zu entwickelnde Methode aus der Analyse des theoretischen Hintergrunds, der Zielsetzung dieser Arbeit sowie der Analyse des Zielsystems der Methode durchgeführt. Die Erkenntnisse wurden in einem konkretisierten Zielsystem der Methode (vgl. Abbildung 5.35) zusammengeführt. Darauf aufbauend wurden die identifizierten Zielsystemelemente der EDiT-Methode in Elemente und Maßnahmen, wie bspw. die Unterteilung der EDiT-Methode in vier Phasen, sowie deren Umsetzung in der Methode definiert.

Verwendungszweck

Unterstützung standortverteilter Produktentwicklungs-Teams (= PE -Teams), die eine Verbesserung ihrer standortverteilten Zusammenarbeit anstreben

Vorgehensweise

Durchführung der Aktivitäten der vier aufeinanderfolgenden Phasen, wobei die Aktivitäten von den Teams situationsabhängig auf verschiedene Arten und iterativ durchgeführt werden können

Repräsentation

Identifizierte Verbesserungspotenziale und Maßnahmen zur Erschließung der Maßnahmen sowie deren Evaluation

Kernidee

Befähigung standortverteilter PE-Teams zur Identifizierung und Erschließung von Verbesserungspotenzialen in ihrer Zusammenarbeit basierend auf den Kritikalitätsfaktoren und erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten PE

Werkzeug

Online Leitfaden als zentrales Werkzeug zur Unterstützung der situationsadäquaten Anwendung der EDiT-Methode

Abbildung 5.35: Die Elemente der Methode und deren Beziehungen, angelehnt an Gericke et al. (2017). Produktentwicklungsteams wurde mit PE-Teams abgekürzt. Darstellung aus Albers et al. (2022), Übersetzung nach Zech (2022)⁵⁸

Anschließend wurde die EDiT-Methode iterativ entwickelt. Die entwickelte EDiT-Methode hat zum Ziel, Produktentwicklungsteams dazu zu befähigen, ihre standortverteilte Zusammenarbeit zu verbessern. Die EDiT-Methode besteht aus vier Phasen (vgl. Abbildung 5.36) und unterstützt einen auf die standortverteilte Produktentwicklung ausgelegten Problemlösungsprozess entlang der SPALTEN-Methode zur kontinuierlichen Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung.

⁵⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

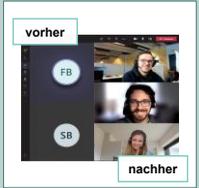
SP	AL	T	E	N
Situationsinformationen	Lösungs- informationen	Entscheidungsinformationen		Best-Practice
Phase 1 Potenzial-Analyse	Phase 2 Maßnahmen-Definition		Phase 3 Maßnahmen- Umsetzung	Phase 4 Maßnahmen- Evaluation
Identifikation von kritischen Aktivitäten aufgrund Effizienz- und Effektivitätsverlusten sowie Identifikation von Verbesserungspotenzialen	Analyse der Verbesserungspotenziale und Definition von Maßnahmen		Umsetzung der Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale	Evaluation der Verbesserungsmaßnahmen sowie der Methodenanwendung, Nachbereiten und Lernen
				

Abbildung 5.36: Übersicht EDiT-Methode anhand der Phasen und Zuordnung zu SPALTEN-Schritten inkl. beispielhafte Ergebnisse der Anwendung

Ziel der **ersten Phase** der EDiT-Methode ist es, potenziell kritische Aktivitäten zu identifizieren und Verbesserungspotenziale als Potenzialfelder für die Anwendung der EDiT-Methode zu definieren.

Ziel der **zweiten Phase** ist es, auf Basis der in den Potenzialfeldern identifizierten Problemursachen Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

Ziel der **dritten Phase** ist die für die Entwicklungssituation individuelle Umsetzung von Maßnahmen zur Erschließung der identifizierten und ausgewählten Verbesserungspotenziale.

Ziel der **vierten Phase** ist die Bewertung der Verbesserungsmaßnahmen, der Anwendung der Methode und der Erfüllung der Zielsystemelemente, einschließlich eines Nachbereitens und Lernens.

Zentrale Bestandteile der EDiT-Methode, die entwickelt wurden, sind:

- Sechs Kritikalitätsfaktoren mit beschreibenden Kriterien als Indikatoren von möglichen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in standortverteilten Produktentwicklungsaktivitäten integriert in Phase 1,
- zehn Handlungsfelder mit zugeordneten erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung als Stellhebel zum Entgegenwirken der Ursachen der möglichen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität integriert in Phasen 1, 2 und 4,
- 16 Zielsystemelemente an eine Methode zur Befähigung von Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit sowie
- eine beispielhafte Zusammenstellung messbarer Variablen zur Evaluation der Methodenanwendung integriert in Phasen 2 und 4.

Um die situationsgerechte Anpassung und nutzerzentrierte Anwendung der EDiT-Methode zu unterstützen, wurde die Methode mithilfe der Online Kollaborations-Plattform Miro in einem [Leitfaden](#) umgesetzt. Der Leitfaden bietet insgesamt Zugang zu den folgenden vier Anwendungsvarianten zur Orientierung an beispielhaften Möglichkeiten der Anwendung:

- Anwendungsvariante 1: Spiel Team Space,
- Anwendungsvariante 2: Workshops,
- Anwendungsvariante 3: Retrospektive und
- Anwendungsvariante 4: Individuelle Tools.

Der Leitfaden befähigt zur Auswahl der geeignetsten Variante und bietet darüber hinaus Zugang zu weiterführenden Materialien zur Unterstützung der Methodenanwendung. Dadurch wird die Anpassung der EDiT-Methode auf die individuelle Situation von Entwicklungsteams ermöglicht und unterstützt. Die Vorstellung der EDiT-Methode erfolgte entlang der beispielhaften Anwendung der EDiT-Methode bei TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co. KG. Das Leitbeispiel zeigt eine mögliche Anwendung der EDiT-Methode auf und greift auf verschiedene Elemente aus den Anwendungsvarianten zurück.

6 Anwendung und Validierung der EDiT-Methode

Zur Analyse des Beitrags, den die Anwendung der entwickelten EDiT-Methode leistet, wird in diesem Abschnitt die zweite deskriptive Studie durchgeführt. Dazu soll die folgende Forschungsfrage beantwortet werden:

3. Welchen Beitrag liefert die Anwendung der EDiT-Methode hinsichtlich der Identifikation und Erschließung von individuellen Verbesserungspotenzialen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage erfolgt eine iterative Anwendung der Methode in unterschiedlichen Reifegraden sowie unterschiedlichen Validierungsumgebungen. Zunächst werden dazu die verschiedenen Validierungsiterationen vorgestellt sowie das Vorgehen zur Validierung der EDiT-Methode anhand von fünf Schlüsselergebnissen der Validierung konkretisiert. Die Schlüsselergebnisse bieten dann nachfolgend die Struktur zur Vorstellung der Validierungsergebnisse.

6.1 Vorgehen zur Validierung der EDiT-Methode

Um in jeder Validierungsiteration kontinuierlich Aussagen zu den zentralen Bestandteilen der Validierung der EDiT-Methode zu treffen und Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung der EDiT-Methode auszusprechen, wurde die EDiT-Methode iterativ und in drei Spektren von Validierungsumgebungen angewendet:

- **Feldstudien** bieten eine hohe externe Validität und geringe interne Validität mit geringer Reproduzierbarkeit,
- **Live-Lab-Studien** ermöglichen die Erforschung von Produktentwicklungsprozessen, -methoden und -werkzeugen unter realitätsnahen Randbedingungen unter gleichzeitiger hoher Kontrollierbarkeit der Variablen sowie
- **Laborstudien** bieten eine geringe externe Validität und hohe interne Validität mit hoher Reproduzierbarkeit. (Albers, Bursac et al., 2016; Albers, Walter et al., 2018; Roe & Just, 2009)

Dabei weist jede Studie ein anderes Setting und unterschiedliche Teilnehmende auf. Ein Überblick über die verschiedenen Validierungsumgebungen wurde in Abschnitt 3.4.3 gegeben.

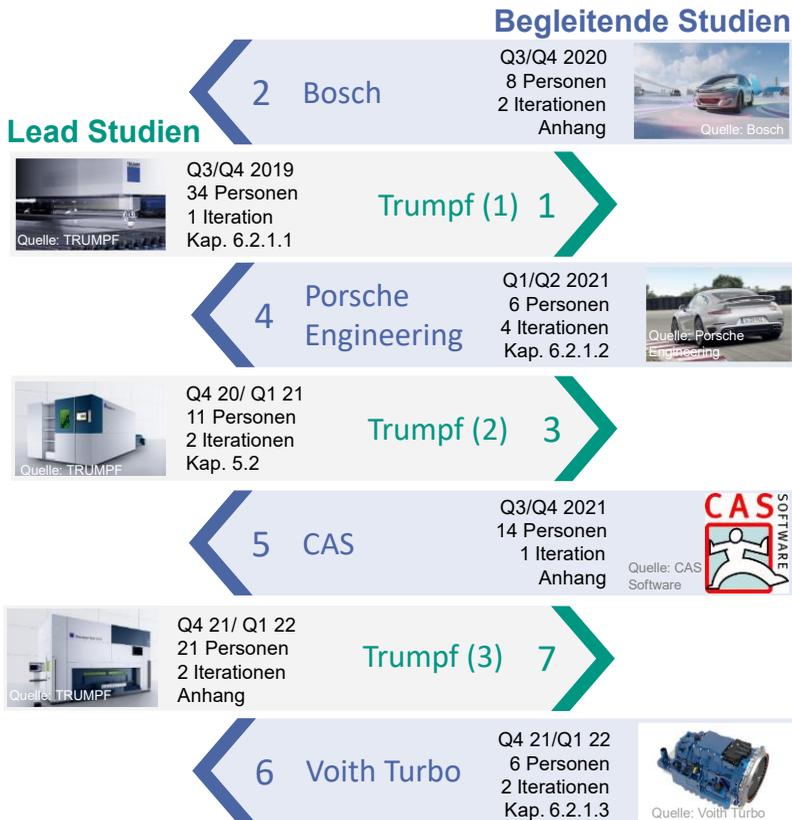


Abbildung 6.1: Überblick über die durchgeführten Validierungsiterationen der EDiT-Methode im Feld mit Lead Studien und begleitenden Studien zeitlich nummeriert von 1 bis 7

Die durchgeführten Validierungsiterationen im Feld werden in Abbildung 6.1 in ihrer chronologischen Reihenfolge der Durchführung (nummeriert von 1 - 7) dargestellt. Zusätzlich wird der Zeitpunkt der Validierungsiteration, die Anzahl an Studienteilnehmenden, die Anzahl an Iterationen der Anwendung der EDiT-Methode innerhalb der Validierungsiteration und die Verortung der

Ergebnisvorstellung innerhalb dieser Arbeit angegeben. Die durchgeführten Validierungsiterationen bei TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co. KG (abgekürzt Trumpf) diente als durchgängige Lead Studie und wurde durch vier weitere Begleitstudien ergänzt. Das Leitbeispiel zur Vorstellung der EDiT-Methode in Kapitel 5 basiert auf der mittleren Lead-Studie. Die Anwendung der EDiT-Methode im Feld erfolgte jeweils individuell.

Im Live-Lab ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor (vgl. Abschnitt 3.4.3) erfolgte die Anwendung der EDiT-Methode begleitend zu den vier Phasen von ProVIL (vgl. Abbildung 6.2). Die ProVIL Teams wurden in drei Test- und zwei Kontrollgruppen eingeteilt. Beide Gruppen nahmen an den begleitenden Umfragen teil, jedoch nahmen nur die Testgruppen an den Aktivitäten der EDiT-Methode teil.

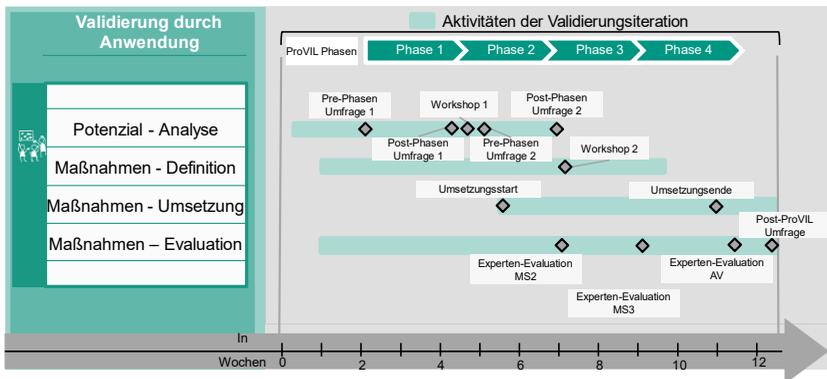


Abbildung 6.2: Anwendung der EDiT-Methode im Live-Lab ProVIL

Im Entwicklungssimulator (vgl. Abschnitt 3.4.3) erfolgte die Anwendung der EDiT-Methode nach dem Intro und dem ersten Sprint, begleitend zum zweiten Sprint und dem Outro (vgl. Abbildung 6.3). Insgesamt nahmen drei Teams am Entwicklungssimulator teil, wovon zwei als Testgruppen fungierten und eine Kontrollgruppe zum Vergleich diente. Beide Gruppen nahmen an den begleitenden Umfragen teil, jedoch nahmen nur die Testgruppen an den Aktivitäten der EDiT-Methode teil.

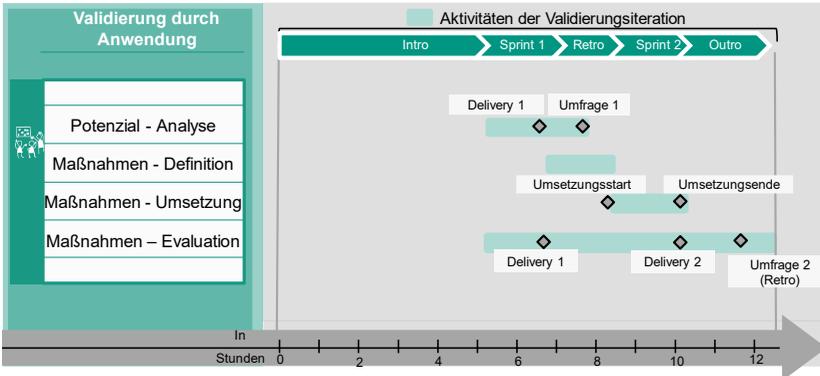


Abbildung 6.3: Anwendung der EDiT-Methode in der Laborumgebung Entwicklungssimulator

Die Anwendung des Vorgehens zur Validierung der EDiT erfolgt in drei Validierungsumgebungen anhand des in Abschnitt 3.4.2 vorgestellten Validierungsmodells. Zur Auswertung der Validierungsiterationen und zum Vergleich der Validierungsiterationen untereinander wurden fünf Schlüsselergebnisse aus dem Vorgehensmodell zur Validierung der EDiT-Methode abgeleitet. Tabelle 6.1 zeigt die Schlüsselergebnisse, deren Verortung zur Kategorie im Validierungsmodell sowie der verwendeten Validierungsumgebungen zur Ableitung des jeweiligen Schlüsselergebnisses.

Tabelle 6.1: Schlüsselergebnisse der Validierung der EDiT-Methode, deren Verortung zur Kategorie im Validierungsmodell (vgl. Abschnitt 3.4.2) sowie die verwendeten Validierungsumgebungen

Nr.	Schlüsselergebnis	Kategorie im Vorgehensmodell der Validierung	Verwendete Forschungsumgebungen
1	Anwendung und Ergebnisse der Validierungsiterationen	Validierung anhand Anwendung (I), Weiterentwicklung der EDiT-Methode (IV)	Feld Live-Lab Labor
2	Identifikation individueller Verbesserungspotenziale	Validierung anhand Bewertung des Erfolgsbeitrags (II)	Feld Live-Lab Labor
3	Erschließung individueller Verbesserungspotenziale	Validierung anhand Bewertung des Erfolgsbeitrags (II)	Feld Live-Lab Labor
4	Effekt der Methode durch Vergleich der Test- und Kontrollgruppen	Validierung anhand Bewertung des Erfolgsbeitrags (II)	Live-Lab Labor
5	Bewertung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode	Verifikation anhand Abgleich der Zielsystemelemente (III)	Feld Live-Lab Labor

Im folgenden Abschnitt werden die zentralen Ergebnisse und Erkenntnisse der Anwendungen des Vorgehensmodells in den Validierungsiterationen anhand der in Tabelle 6.1 dargestellten Schlüsselergebnisse vorgestellt. Die Ergebnisse der Anwendung des vorgestellten Vorgehens zur Validierung der EDiT-Methode werden exemplarisch anhand ausgewählter Studien präsentiert.

6.2 Schlüsselergebnis 1: Anwendung und Ergebnisse der Validierungsiterationen

Zur Darstellung der Anwendungen, der Ergebnisse und der Weiterentwicklungen der EDiT-Methode werden die Validierungsiterationen anhand eines Steckbriefs zusammengefasst. Drei Validierungsiterationen im Feld werden im Ergebnisabschnitt anhand des Steckbriefs im Detail vorgestellt. Bei den ausgewählten Validierungsiterationen handelt es sich jeweils um eine frühe, mittlere und späte Iteration. Die Ergebnisse der weiteren Validierungsiterationen sind im Anhang F zu finden.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Abschnitts wurden wie angegeben auf Fachkonferenzen veröffentlicht (Duehr, Hirsch et al., 2020; Duehr, Burkhardt, Endepols, Machauer & Albers, 2022; Duehr, Luft, Vierbacher & Ebner, 2022) und

waren Gegenstand von durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeiten (Burkhardt, 2021; Ebner, 2022; Hirsch, 2019)¹.

6.2.1 Studiendesign

Das erste Schlüsselergebnis der Validierung umfasst die Darstellung der Anwendungen, der Ergebnisse und der Weiterentwicklungen der EDiT-Methode in den Validierungsiterationen. Angelehnt an das vorgestellte Vorgehensmodell zur Validierung werden alle erzielten Ergebnisse der Validierung der EDiT-Methode anhand von fünf Kernergebnissen der Methodenanwendung pro Validierungsiteration in einem Steckbrief zusammengefasst (vgl. Abbildung 6.4).

Anwendung					Weiterentwicklung																						
Identifiziertes Verbesserungspotenzial																											
Potenzialfelder					Potenzialbeschreibung																						
Erschlossenes Verbesserungspotenzial																											
Maßnahmen					Potenzialerschließung																						
					<table border="1"> <tr> <td></td> <td colspan="2">Quantitativ</td> <td colspan="3">Qualitativ</td> </tr> <tr> <td>Objektiv</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>						Quantitativ		Qualitativ			Objektiv						Subjektiv					
						Quantitativ		Qualitativ																			
Objektiv																											
Subjektiv																											
Erfüllung der Zielsystemelemente																											
Unterstützung (n=x)					Anwendbarkeit (n=x)					Erfolg (n=x)																	
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5										
U1						A1							E1														
U2						A2							E2														

Abbildung 6.4: Template des Steckbriefs als Übersicht über die Kernergebnisse der Validierung der EDiT-Methode

Im ersten Kernergebnis der Validierung der EDiT-Methode werden während der gesamten **Anwendung** der EDiT-Methode jegliche Informationen wie Eindrücke, spezifische Probleme bei der Anwendung, mögliche Verbesserungspotenziale und Ressourcen, die zur Anwendung benötigt werden sowie konkrete Fragen und Schwierigkeiten dokumentiert. Um die EDiT-Methode in der individuellen Entwicklungspraxis anwenden zu können, kann neben der Identifikation weiterer Potenziale zur Verbesserung der Methode auch eine direkte Weiterentwicklung der Methode durch den Methodenanwendenden erfolgen. Somit steht die Anwendung

¹ Abschlussarbeiten (unveröffentlicht)

der Aktivitäten der EDiT-Methode in unmittelbarer Verbindung mit den Weiterentwicklungen der EDiT-Methode. Dem ersten Schlüsselergebnis ist zusätzlich eine besondere Rolle zuzuordnen, da die Schlüsselergebnisse 2 bis 4 innerhalb dieses Schlüsselergebnisses generiert sowie dargestellt und die Kernergebnisse daraus abgeleitet werden.

Als weiteres zentrales Kernergebnis jeder Validierungsiteration wird die **Weiterentwicklung** des Objektsystems der EDiT-Methode betrachtet. Durch die Weiterentwicklung der Methode durch das Handlungssystem wird das Zielsystem kontinuierlich in das Objektsystem überführt. Somit wird die Entwicklungsmethode iterativ erweitert und verbessert. Die Weiterentwicklungen können dabei zu unterschiedlichen Zeitpunkten in der Validierungsiteration stattfinden sowie auch unterschiedliche Bestandteile des Objektsystems fokussieren.

Im dritten Kernergebnis erfolgt die Analyse des **identifizierten Verbesserungspotenzials**. Da die Verbesserung als Problemlösungsprozess angesehen wird, wird in jeder Validierungsiteration das identifizierte individuelle Verbesserungspotenzial analysiert und als Potenzialfelder mit den zugehörigen Potenzialbeschreibungen dokumentiert. Dies folgt am Ende der Phase 1 der EDiT-Methode. Die individuell bestimmten Potenzialfelder dienen als Ausgangssituation für den Nachweis der Erschließung des Verbesserungspotenzials. Neben den individuell bestimmten Potenzialfeldern können hierzu auch die Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung sowie die Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung verwendet werden (vgl. Kapitel 4).

Im vierten Kernergebnis erfolgt die Analyse des **erschlossenen Verbesserungspotenzials**. Dazu werden zunächst die umgesetzten Maßnahmen zur Erschließung des Verbesserungspotenzials nach Phase 3 der EDiT-Methode dokumentiert. Zusätzlich wird die latente Variable (z.B. standortverteilte Zusammenarbeit) in beobachtbare, messbare Variablen (z.B. Anzahl standortübergreifend bearbeiteter Aufgaben) überführt. Diese können sowohl qualitative als auch quantitative Daten umfassen und sowohl subjektiv als auch objektiv bewertet und erfasst werden. Da sich die Entwicklungssituationen sowie die zu erschließenden Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in jeder Entwicklungssituation unterscheiden, ist die Identifikation und Auswahl von Variablen für jede Validierungsiteration individuell durchzuführen. Um den Erfolgsbeitrag bewerten zu können, werden messbare Variablen des Nutzens sowie des Aufwands identifiziert. Neben der Identifikation potenzieller messbarer Variablen sind zudem Störvariablen zu identifizieren. Diese Störvariablen gilt es bei der Auswahl und Interpretation der messbaren Variablen zu berücksichtigen.

Das letzte Schlüsselergebnis umfasst die Betrachtung der **Erfüllung der Zielsystemelemente**. Dies ermöglicht es, Aussagen über die Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode (vgl. Abschnitt 4.3) durch die Erfahrungen und Eindrücke der Anwendung der EDiT-Methode sowie dem subjektiv wahrgenommenen Erfolg der EDiT-Methode zu erhalten. Die Zielsystemelemente sind dabei den drei Bewertungstypen nach Blessing und Chakrabarti (2009) zugeordnet. Um eine Bewertung aller Bewertungstypen durchführen zu können, erfolgt die Erhebung des Erfüllungsgrads der Zielsystemelemente gegen Ende der Validierungsiteration nach Phase 4 der EDiT-Methode, da so die Befragten ausreichend Eindrücke von der Methode erhalten konnten. Eine Erhebung des Erfüllungsgrads kann je nach Grad der Einsicht in die Anwendung der EDiT-Methode durch das gesamte Entwicklungsteam oder lediglich durch den Methodenforscher erfolgen. Die Anzahl der zu befragenden Personen ist somit je nach Validierungsiteration individuell zu bestimmen.

6.2.2 Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode bei Trumpf (frühe Validierungsiteration)

Ziel der ersten Validierungsiteration war es, ein Bewusstsein für Verschwendungen in der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung bei Trumpf zu identifizieren. Das Unternehmen reagiert auf die Veränderungen in einer hochindividualisierten und immer komplexer werdenden Welt der Produktentwicklung mit der Einführung eines Baukastensystems, um die interne Variantenvielfalt zu reduzieren und gleichzeitig den Kunden eine hohe externe Vielfalt ihrer Produkte zu bieten. Früher unabhängig voneinander an verschiedenen Standorten entwickelte Module werden heutzutage in einem Baukastensystem integriert (Albers, Bursac et al., 2019). Daher müssen Entwicklungsteams von verschiedenen Standorten zur gemeinsamen Entwicklung der Module zusammenarbeiten. Zu diesem Zweck wurden Entwicklungsteams an verschiedenen Standorten gebildet, die agile Praktiken wie Scrum anwenden, um die erhöhten Anforderungen an die Kommunikation zu bewältigen. In diesem Fall bestand das standortverteilt zusammenarbeitende Entwicklungsteam aus 34 Teammitgliedern, unterteilt in 6 Teilteams an Standorten in der Schweiz, Ost- und Süddeutschland, was eine tägliche Kommunikation unumgänglich machte. Hervorzuheben ist, dass die Validierungsiteration ca. ein Jahr vor der Corona-Pandemie stattfand und im Vergleich zu den folgenden Validierungsiterationen der

Status Quo der standortverteilten Zusammenarbeit eine besondere Rolle zusteht. (Hirsch, 2019)²

Anwendung <ul style="list-style-type: none"> Phase 1 mit semi-strukturierten Interviews und Fragebogenstudie zur Ableitung der Auswirkungen Phase 2 in Workshop-Format Einmalige Maßnahmenumsetzung Evaluation der Maßnahmen in Fragebogenstudie 		Weiterentwicklung <ul style="list-style-type: none"> Überprüfung der Erfolgsfaktoren standortverteilter Produktentwicklung durch Interviews Entwicklung initialer Struktur der Methode Entwicklung initialer Workshop-Formate, Interviewleitfäden und Fragebögen Separate Betrachtung von harten und weichen Auswirkungen 																																																																																																	
Identifiziertes Verbesserungspotenzial																																																																																																			
<u>Potenzialfelder</u> <ul style="list-style-type: none"> Kommunikation & Zusammenarbeit 		<u>Potenzialbeschreibung</u> <ul style="list-style-type: none"> Ineffiziente Meetings wegen Verspätungen und schlechter Audioqualität Nicht zufriedenstellende Kommunikation wegen fehlender Mimik und Gestik sowie bisher nicht bekannten Gesprächsteilnehmern 																																																																																																	
Erschlossenes Verbesserungspotenzial																																																																																																			
<u>Maßnahmen</u> <ul style="list-style-type: none"> vollständig digitale Ausführung von Dailys vom Arbeitsplatz aus Organisation eines physischen Treffens des Teams Aufstellen von Kommunikationsregeln in Besprechungsräumen Verbesserung der Audioqualität in großen Räumen durch die Einführung so genannter Catchboxen (Wurfmikrofone) 		<u>Potenzialerschließung</u> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td>• -</td> <td>• Es spricht nur noch die Person mit der Catchbox • Lockere Gesprächssituationen durch Catchbox</td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td>• 65 % Zustimmung nachhaltige Verbesserung durch phys. Treffen • 60 % Zustimmung Sinnhaftigkeit der Catchbox</td> <td>• „Ein gemeinsames Treffen 2x im Jahr würde helfen.“ • „Catchbox hat dabei geholfen Durcheinanderreden in Diskussionen zu vermeiden.“</td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	• -	• Es spricht nur noch die Person mit der Catchbox • Lockere Gesprächssituationen durch Catchbox	Subjektiv	• 65 % Zustimmung nachhaltige Verbesserung durch phys. Treffen • 60 % Zustimmung Sinnhaftigkeit der Catchbox	• „Ein gemeinsames Treffen 2x im Jahr würde helfen.“ • „Catchbox hat dabei geholfen Durcheinanderreden in Diskussionen zu vermeiden.“																																																																																							
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																																	
Objektiv	• -	• Es spricht nur noch die Person mit der Catchbox • Lockere Gesprächssituationen durch Catchbox																																																																																																	
Subjektiv	• 65 % Zustimmung nachhaltige Verbesserung durch phys. Treffen • 60 % Zustimmung Sinnhaftigkeit der Catchbox	• „Ein gemeinsames Treffen 2x im Jahr würde helfen.“ • „Catchbox hat dabei geholfen Durcheinanderreden in Diskussionen zu vermeiden.“																																																																																																	
Erfüllung der Zielsystemelemente																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5">Unterstützung (n=1)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Unterstützung (n=1)						1	2	3	4	5	U1				4,0		U2	2,0					U3				4,0		U4		3,0				U5	2,0					U6	2,0					<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5">Anwendbarkeit (n=1)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Anwendbarkeit (n=1)						1	2	3	4	5	A1	2,0					A2			3,0			A3	2,0					A4	2,0					A5	2,0					A6	2,0				
	Unterstützung (n=1)																																																																																																		
	1	2	3	4	5																																																																																														
U1				4,0																																																																																															
U2	2,0																																																																																																		
U3				4,0																																																																																															
U4		3,0																																																																																																	
U5	2,0																																																																																																		
U6	2,0																																																																																																		
	Anwendbarkeit (n=1)																																																																																																		
	1	2	3	4	5																																																																																														
A1	2,0																																																																																																		
A2			3,0																																																																																																
A3	2,0																																																																																																		
A4	2,0																																																																																																		
A5	2,0																																																																																																		
A6	2,0																																																																																																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5">Erfolg (n=1)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Erfolg (n=1)						1	2	3	4	5	E1			3,0			E2	2,0					E3			3,0			E4	2,0																																																																
	Erfolg (n=1)																																																																																																		
	1	2	3	4	5																																																																																														
E1			3,0																																																																																																
E2	2,0																																																																																																		
E3			3,0																																																																																																
E4	2,0																																																																																																		

Abbildung 6.5: Ergebnisse der frühen Validierungsiteration bei Trumpf zeigen Verbesserungspotenziale in allen Zielsystemelementen

² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Abbildung 6.5 fasst die generierten Ergebnisse im Steckbrief zusammen. Im Fokus des Verbesserungsprozesses stand das Potenzialfeld *Kommunikation und Zusammenarbeit*. Als Maßnahmen, die zu einer messbaren Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit führten, sind die Organisation eines physischen Treffens des Teams zum Kennenlernen vor Ort sowie die Verbesserung der Audioqualität in großen Räumen durch die Einführung eines Wurfmikrofons (Catchbox) zu nennen. Die Einführung der Maßnahmen führte zu einer Zustimmung der nachhaltigen Verbesserung durch das physische Treffen durch 65 % der Teammitglieder. Die CatchBox wurde zusätzlich durch 60 % der Teammitglieder als sinnvoll bewertet. Objektive Kriterien wurden zum frühen Zeitpunkt der Validierungsiteration noch keine gemessen. (Duehr, Hirsch et al., 2020), (Hirsch, 2019)³ Die Betrachtung der Erfüllung der Zielsystemelemente zeigt, dass in allen drei Kriterien großes Verbesserungspotenzial besteht, da die durchschnittliche Bewertung über alle Zielsystemelemente hinweg lediglich 2,6 Punkte zeigt. Als erste Validierungsiteration zeichnet sich diese Studie durch viele Weiterentwicklungen aus. Es wurden unter anderem die grundlegende Struktur der EDiT-Methode festgelegt sowie die ersten Elemente zur Unterstützung der Anwendung, wie bspw. Workshop-Formate, Interviewleitfäden und Fragebögen erstellt.

6.2.3 Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode bei Porsche Engineering (mittlere Validierungsiteration)

Ziel der Studie war es, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit durch agile Arbeitsweisen bei der Porsche Engineering Services zu identifizieren und zu erschließen. Die Studie wurde im siebenköpfigen Qualitätsmanagement-Handbuch-Release (QMH-Release) Team durchgeführt, das zum Zeitpunkt der Studie dauerhaft aus dem Home-Office mit Themenexperten an den Standorten Cluj und Prag zusammenarbeitete. Das Team wurde über einen Zeitraum von sechs Monaten begleitet. Im Fokus der Validierungsiteration stand die iterative Anwendung der EDiT-Methode integriert in die Durchführung agiler Sprints. (Burkhardt, 2021)⁴ Die generierten Ergebnisse sind im Steckbrief in Abbildung 6.6 zusammengefasst dargestellt.

³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Schlüsselergebnis 1: Anwendung und Ergebnisse der Validierungsiterationen

Anwendung <ul style="list-style-type: none"> • Phase 1 und 2 in Workshop-Format • Iterative Anwendung in 4 Scrum Sprints • Pro Sprint neue Maßnahmenumsetzung • Kontinuierliche Überprüfung des Status Quo anhand übergeordneter Potenzialfelder in Fragebogen 		Weiterentwicklung <ul style="list-style-type: none"> • Zwei Workshops zur virtuellen Anwendung von Phase 1 und 2 • Umfrage zur kontinuierlichen Erhebung des Status Quo anhand Potenzialfelder • Leitfadens zur Unterstützung der Einführung agiler Arbeitsweisen • Handlungsempfehlungen zur Integration der EDIT-Methode in Scrum-Events 																																																																																																	
Identifiziertes Verbesserungspotenzial																																																																																																			
Potenzialfelder <ul style="list-style-type: none"> • Produktentwicklungsaufgabe • Wissensmanagement • Kommunikation & Zusammenarbeit 		Potenzialbeschreibung <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsaufgaben nicht priorisiert und beschrieben • Keine Aufwandsabschätzung von Aufgaben • Aufgaben werden verteilt und können nicht ausgewählt werden • Fehlender regelmäßiger Austausch im Team, Infos nicht zugänglich 																																																																																																	
Erschlossenes Verbesserungspotenzial																																																																																																			
Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Product Owner priorisiert Aufgaben • Best-Practice zur Definition von Aufgaben als Ticket erstellt • Prozess zur Ticketerstellung und Bearbeitung definiert • Story Points definiert • Ticketfortschritt wird aktiv getrackt • Dailys wurden eingeführt • MS Teams Kanal zum Austausch angelegt 		Potenzialerschließung <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="background-color: #008080; color: white;">Quantitativ</th> <th style="background-color: #008080; color: white;">Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #e0f2f1;">Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Ticketbearbeitung von 200 auf 120 Tage reduziert • Anzahl verspätete Dailys von 10 auf 2 reduziert </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende Schwierigkeiten beim Erstellen der Tickets durch Prüfung der Vollständigkeit </td> </tr> <tr> <td style="background-color: #e0f2f1;">Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Einschätzung der Potenzialfelder (Effectivity, Circular Approach, Tasks, Motivation, Communication) von im ø 2,95 auf 4,11 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • „MS Teams chat really supports collaboration“ </td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Ticketbearbeitung von 200 auf 120 Tage reduziert • Anzahl verspätete Dailys von 10 auf 2 reduziert 	<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende Schwierigkeiten beim Erstellen der Tickets durch Prüfung der Vollständigkeit 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Einschätzung der Potenzialfelder (Effectivity, Circular Approach, Tasks, Motivation, Communication) von im ø 2,95 auf 4,11 	<ul style="list-style-type: none"> • „MS Teams chat really supports collaboration“ 																																																																																							
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																																	
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Ticketbearbeitung von 200 auf 120 Tage reduziert • Anzahl verspätete Dailys von 10 auf 2 reduziert 	<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende Schwierigkeiten beim Erstellen der Tickets durch Prüfung der Vollständigkeit 																																																																																																	
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Einschätzung der Potenzialfelder (Effectivity, Circular Approach, Tasks, Motivation, Communication) von im ø 2,95 auf 4,11 	<ul style="list-style-type: none"> • „MS Teams chat really supports collaboration“ 																																																																																																	
Erfüllung der Zielsystemelemente																																																																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5" style="background-color: #008080; color: white;">Unterstützung (n=6)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Unterstützung (n=6)						1	2	3	4	5	U1				3,7		U2				3,8		U3				4,2		U4				4,0		U5				4,0		U6				3,8		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5" style="background-color: #008080; color: white;">Anwendbarkeit (n=6)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Anwendbarkeit (n=6)						1	2	3	4	5	A1				3,8		A2				3,8		A3				3,7		A4				3,8		A5				3,8		A6				3,8	
	Unterstützung (n=6)																																																																																																		
	1	2	3	4	5																																																																																														
U1				3,7																																																																																															
U2				3,8																																																																																															
U3				4,2																																																																																															
U4				4,0																																																																																															
U5				4,0																																																																																															
U6				3,8																																																																																															
	Anwendbarkeit (n=6)																																																																																																		
	1	2	3	4	5																																																																																														
A1				3,8																																																																																															
A2				3,8																																																																																															
A3				3,7																																																																																															
A4				3,8																																																																																															
A5				3,8																																																																																															
A6				3,8																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5" style="background-color: #008080; color: white;">Erfolg (n=6)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">4,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Erfolg (n=6)						1	2	3	4	5	E1				4,0		E2				3,3		E3				3,7		E4				4,0																																																															
	Erfolg (n=6)																																																																																																		
	1	2	3	4	5																																																																																														
E1				4,0																																																																																															
E2				3,3																																																																																															
E3				3,7																																																																																															
E4				4,0																																																																																															

Abbildung 6.6: Ergebnisse der mittleren Validierungsiteration bei Porsche Engineering zeigen deutliche Verbesserungen in den Erfüllungen der Zielsystemelemente gegenüber der frühen Validierungsiteration

Durch die iterative Anwendung der EDiT-Methode bei Porsche Engineering konnten viele Potenzialfelder sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Potenzialfelder adressiert werden. Im Fokus der Validierungsiteration standen die Potenzialfelder *Produktentwicklungsaufgabe*, *Wissensmanagement* sowie *Kommunikation und Zusammenarbeit*. Die eingeführten Maßnahmen zur Adressierung der Potenzialfelder fokussierten sich auf die Unterstützung aller agilen Events und Aktivitäten, aber vor allem auf die Planung, Durchführung und Auswertung der Aktivitäten in den Sprints. Dies erfolgte bspw. anhand eines Best-Practice zur Definition von Aufgaben als Tickets und dem zugehörigen Prozess. Eine weitere Maßnahme adressierte die Nachverfolgung und damit die Auswertung der Ticketfortschritte. Die Einführung der Maßnahmen führte unter anderem zu einer Reduzierung der Ticketbearbeitungszeit von im Durchschnitt 200 auf 120 Tage sowie zu einer Reduzierung verspäteter Dailys von 10 auf 2 innerhalb eines Sprints. Zusätzlich konnte die subjektive Einschätzung der Potenzialfelder von im Durchschnitt 2,95 auf 4,11 angehoben werden. (Duehr, Burkhardt et al., 2022) Die Betrachtung der Erfüllung der Zielsystemelemente zeigt, dass in allen drei Kriterien eine deutliche Steigerung im Vergleich zur frühen Validierungsiteration von im Durchschnitt 2,6 auf 3,8 erfolgte. (Burkhardt, 2021)⁵ Die Analyse der Erfüllung der Zielsystemelemente zeigt deutliche Verbesserungen in den Erfüllungen der Zielsystemelemente gegenüber der frühen Validierungsiteration. Lediglich das Zielsystemelement eines geeigneten Aufwand-Nutzen-Verhältnisses weist einen Wert mit 3,3 unter 3,7 auf und deutet weiteres Potenzial für die Unterstützung der Anwendung der EDiT-Methode an. Diese Validierungsiteration zeichnete sich durch Weiterentwicklungen vor allem in der Unterstützung der Implementierung der EDiT-Methode in vorhandene Abläufe aus. Unter anderem wurden Handlungsempfehlungen zur Integration der EDiT-Methode in Scrum-Events sowie eine Umfrage zur kontinuierlichen Erhebung des Status Quo der Potenzialfelder erstellt.

6.2.4 Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode bei Voith Turbo (späte Validierungsiteration)

Ziel der Studie war es, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit im Team Modular Systems bei Voith Turbo zu identifizieren und zu erschließen. Das Team Modular Systems ist für die modulare Gestaltung von neuen und bestehenden Produkten aus den Bereichen Mobility und Industry zuständig. Es besteht aus sechs Mitgliedern, verteilt über drei Standorte in Deutschland. Kennzeichnend für das Team ist die klassische Arbeitsweise trotz

⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

einer Multiprojektlandschaft im Team. Demnach findet sich im Team eine hohe Varianz an Aufgaben wieder. Dies kommt unter anderem durch die Verantwortung über verschiedenste mechatronische Systeme. Im Fokus der Validierungsiteration stand die Anwendung der EDiT-Methode in klassisch arbeitenden Entwicklungsteams trotz großer Aufgabenvarianz in verschiedenen Projekten. (Ebner, 2022)⁶ Die generierten Ergebnisse sind im Steckbrief in Abbildung 6.7 zusammengefasst dargestellt.

Die Durchführung der EDiT-Methode in klassisch arbeitenden Teams ohne iterative Sprints forderte eine Integration mehrerer zusätzlicher Meetings, Abstimmungen und Interviews. Im Fokus der Validierungsiteration standen die Potenzialfelder (*Virtuelle Kommunikation und Zusammenarbeit, Daten- und Wissensmanagement, Verständnis von Zielen und Visionen sowie Anwendung von Methoden*). Die eingeführten Maßnahmen zur Adressierung der Potenzialfelder fokussierten sich auf die Strukturierung des Jour fixe Meetings, die Konkretisierung von Vision, Mission und Werte durch definierte Ziele, die Strukturierung der Datenablage sowie die Verbesserung der Methodenanwendung durch die Integration regelmäßiger Termine zu Vorstellungen von Best Practices der Methodenanwendung. Die Einführung der Maßnahmen führte unter anderem zu einer Reduzierung der Zeit zur Vorstellung von Fokusthemen im Jour fixe Meeting, einer erleichterten Suche von Dokumenten, einer durchgängigen Verteilung von Methodenwissen samt Anwendung. Zusätzlich konnte die subjektive Einschätzung der Potenzialfelder von im Durchschnitt 3,43 auf 3,68 angehoben werden. Die Zufriedenheit mit den Inhalten und Ergebnissen der Meetings, als eine Detailanalyse, konnte dabei von 2,83 auf 4,00 verbessert werden. Die Betrachtung der Erfüllung der Zielsystemelemente zeigt eine durchschnittliche Bewertung von 3,5. (Duehr, Luft et al., 2022; Ebner, 2022)⁷ Die geringe Reduzierung des Mittelwerts im Vergleich zur mittleren Validierungsiteration lässt sich jedoch durch die Herausforderungen der Integration der EDiT-Methode in klassische Arbeitsweisen im Gegensatz zur Integration in iterativen Sprints begründen.

⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

⁷ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

<p>Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phase 1 semi-strukturierte Interviews zur qualitativen und Umfrage zu quantitativen Erfassung der Verbesserungspotentiale • Phase 2 in Workshop-Format • Phase 3 für jede Maßnahme individuell • Phase 4 Evaluation der Maßnahmen in Umfrage und Einholen von Feedback 		<p>Weiterentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung der EDiT-Methode um eine Anwendung für klassische Teams • Entwicklung eines Leitfadens zur Anpassung bestehender Umfragen auf die individuelle Entwicklungssituation • Weiterentwicklung des Workshop-Formates zur Maßnahmendefinition und Maßnahmenumsetzung in einem gemeinsamen virtuellen Workshop 																																																																																					
<p>Identifiziertes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																							
<p><u>Potenzialfelder</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikation & Zusammenarbeit • Datenablage, Methoden • Ziele und Visionen 		<p><u>Potenzialbeschreibung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Unklare Meeting Inhalte, fehlende Vorstellung von Projekten • Unklare Ziele und Visionen • Unbekannter Ablageort, hoher Zeitaufwand für Suchen von Daten • Unklare Anwendung von Methoden 																																																																																					
<p>Erschlossenes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																							
<p><u>Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturierung des virtuellen Meetings Jour fixe durch feste Agenda • Konkretisierung der Ziele und Visionen • Strukturierung der Datenablage • Verbesserung der Planung der Agenda des Meetings Jour fixe • Verbesserung der Anwendung von Methoden durch die Vorstellung von Methoden und Anwendung der Methoden anhand eines Beispiels 		<p><u>Potenzialerschließung</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Neun Projekte in den ersten drei virtuellen Terminen vorgestellt </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung von Projekten fest in virtuellen Meeting verankert • Meeting folgt Agenda, die im Voraus bekannt ist </td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der Zufriedenheit mit den Inhalten und Ergebnissen der Meetings von 2,83 auf 4,00 auf einer Skala von 1 (=nicht zufrieden) bis 5 (=zufrieden) </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • „Schöner erster Termin zur Vorstellung von Projekten, finde ich gut, wenn wir das so machen.“ – „Ich auch.“ • Positive Rückmeldungen zum Zeitaufwand bei der Suche von Informationen </td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Neun Projekte in den ersten drei virtuellen Terminen vorgestellt 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung von Projekten fest in virtuellen Meeting verankert • Meeting folgt Agenda, die im Voraus bekannt ist 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der Zufriedenheit mit den Inhalten und Ergebnissen der Meetings von 2,83 auf 4,00 auf einer Skala von 1 (=nicht zufrieden) bis 5 (=zufrieden) 	<ul style="list-style-type: none"> • „Schöner erster Termin zur Vorstellung von Projekten, finde ich gut, wenn wir das so machen.“ – „Ich auch.“ • Positive Rückmeldungen zum Zeitaufwand bei der Suche von Informationen 																																																																											
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																					
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Neun Projekte in den ersten drei virtuellen Terminen vorgestellt 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung von Projekten fest in virtuellen Meeting verankert • Meeting folgt Agenda, die im Voraus bekannt ist 																																																																																					
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Steigerung der Zufriedenheit mit den Inhalten und Ergebnissen der Meetings von 2,83 auf 4,00 auf einer Skala von 1 (=nicht zufrieden) bis 5 (=zufrieden) 	<ul style="list-style-type: none"> • „Schöner erster Termin zur Vorstellung von Projekten, finde ich gut, wenn wir das so machen.“ – „Ich auch.“ • Positive Rückmeldungen zum Zeitaufwand bei der Suche von Informationen 																																																																																					
<p>Erfüllung der Zielsystemelemente</p>																																																																																							
<p>Unterstützung (n=4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td>3,5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td></td> <td>3,3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td></td> <td></td> <td>3,3</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	U1			3,0			U2			3,0			U3			3,5			U4			3,3			U5			3,0			U6			3,3			<p>Anwendbarkeit (n=4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	A1				3,7		A2				3,5		A3				4,0		A4				3,8		A5				3,8		A6				4,5	
	1	2	3	4	5																																																																																		
U1			3,0																																																																																				
U2			3,0																																																																																				
U3			3,5																																																																																				
U4			3,3																																																																																				
U5			3,0																																																																																				
U6			3,3																																																																																				
	1	2	3	4	5																																																																																		
A1				3,7																																																																																			
A2				3,5																																																																																			
A3				4,0																																																																																			
A4				3,8																																																																																			
A5				3,8																																																																																			
A6				4,5																																																																																			
		<p>Erfolg (n=4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	E1				4,0		E2			3,0			E3				3,5		E4			3,0																																																								
	1	2	3	4	5																																																																																		
E1				4,0																																																																																			
E2			3,0																																																																																				
E3				3,5																																																																																			
E4			3,0																																																																																				

Abbildung 6.7: Ergebnisse der späten Validierungsiteration bei Voith Turbo zeigen weiterhin Potenziale in den Erfüllungen der Zielsystemelemente in allen drei Bewertungskategorien. Angepasste Darstellung aus Ebner (2022)⁸

Schlussfolgernd empfiehlt die Autorin dieser Arbeit die Anwendung in iterativen Vorgehensweisen, um die beste Methodenanwendung zu erzielen. Die Weiterentwicklungen der EDiT-Methode in dieser Validierungsiteration fokussierten vor allem unterstützende Hilfsmittel zur Anwendung in klassischen Teams. Dazu wurden die bestehenden Interviewleitfäden und Umfragen, welche jeweils an die vorhandene Entwicklungssituation angepasst werden mussten, um einen Leitfaden zur Unterstützung der Anpassung an die vorhandene Entwicklungssituation ergänzt.

6.2.5 Fazit der iterativen Weiterentwicklung der EDiT-Methode

Zusätzlich zur Darlegung der Anwendbarkeit im ersten Schlüsselergebnis lässt sich die iterative Entwicklung der EDiT-Methode verfolgen. Die EDiT-Methode wurde durch die Anwendung in neun Validierungsiterationen über den gesamten Methodenentwicklungsprozess hinweg iterativ weiterentwickelt (vgl. Tabelle 6.2).

Tabelle 6.2: Ausgewählte Weiterentwicklungen in den neun Validierungsiterationen der EDiT-Methode zur Darstellung der iterativen Methodenentwicklung

Validierungsiteration	Ausgewählte Weiterentwicklung der EDiT-Methode
Trumpf (1)	Erstellung der grundlegenden Struktur der EDiT-Methode sowie erster Elemente zur Unterstützung der Anwendung, wie bspw. Workshop -Formate, Interviewleitfäden und Fragebögen
Bosch	Entwicklung einer Variante der EDiT-Methode als virtuelle Retrospektive
Trumpf (2)	Namensgebung der EDiT-Methode, Weiterentwicklung der Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung und Einführung sowie Ausdetaillierung der Phasen 3 und 4
Porsche	Erstellung von Handlungsempfehlungen zur Integration der EDiT-Methode in Scrum-Events
ProVIL	Ausdetaillierung der Identifikation kritischer Aktivitäten und Weiterentwicklung der methodischen Unterstützungen in Phase 1
Entwicklungs-simulator	Erstellung von Online-Umfragen zur Erhebung und sofortigen Auswertung des Status Quo der Potenzialfelder
CAS	Erstellung von Integrationsmöglichkeiten unterschiedlicher Stakeholder für die Anwendung in Änderungsprozessen zur Produktverbesserung
Voith	Erstellung von Handlungsempfehlungen zur Integration der EDiT-Methode in separaten Meetings und Leitfaden zur Anpassung bestehender Umfragen auf die individuelle Entwicklungssituation
Trumpf (3)	Definition von Anforderungen an die Erstellung und Integration eines Kernteams für die Anwendung in Schnittstellenteams

⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

In jeder Validierungsiteration wurden neue Entwicklungsteams fokussiert, wodurch die Weiterentwicklung der Methode zur Anwendung in verschiedensten Entwicklungsteams ermöglicht wurde. Durch die iterative Vorgehensweise wurde jedoch die Vergleichbarkeit der Validierungsergebnisse beeinträchtigt. Daher ist es notwendig, in späteren Phasen der Validierung der Methode den Fokus auf vergleichbare Ergebnisse zu legen. Dies erfolgt in Abschnitt 6.5.

6.3 Schlüsselergebnis 2: Identifikation individueller Verbesserungspotenziale

Die Identifikation individueller Verbesserungspotenziale bildet die erste Grundlage für die kontinuierliche Bewertung des Erfolgsbeitrags der EDiT-Methode (vgl. Abschnitt 3.4.2) und wird im nachfolgenden Abschnitt vorgestellt.

6.3.1 Studiendesign

Abgeleitet aus dem Kernergebnis der Anwendung der EDiT-Methode *Identifiziertes Verbesserungspotenzial* erfolgt die Analyse aller identifizierten Verbesserungspotenziale der Validierungsiterationen. In der Betrachtung wird zum einen analysiert, ob in allen Validierungsiterationen Verbesserungspotenziale identifiziert wurden. Zum anderen werden die identifizierten Verbesserungspotenziale den Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung zugeordnet, um Aussagen darüber treffen zu können, in welchen Handlungsfeldern die meisten Verbesserungspotenziale identifiziert wurden.

6.3.2 Ergebnisse der Identifikation individueller Verbesserungspotenziale

Die Betrachtung des identifizierten Verbesserungspotenzials aller Validierungsiterationen im Feld der individuellen Verbesserungspotenziale der Steckbriefe ermöglicht die Auswertung des Beitrags der EDiT-Methode hinsichtlich der Identifikation individueller Verbesserungspotenziale. Abbildung 6.8 zeigt ausgewählte identifizierte Verbesserungspotenziale aller Validierungsiterationen zugeordnet zu den Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung.

Schlüsselergebnis 2: Identifikation individueller Verbesserungspotenziale

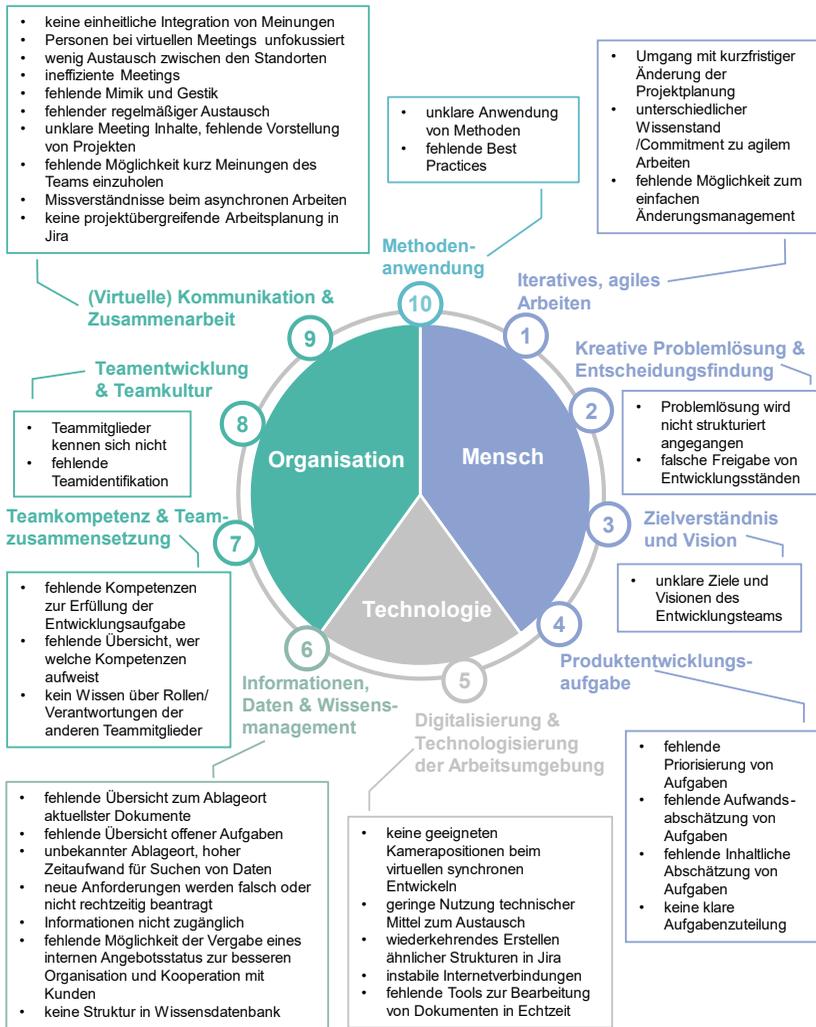


Abbildung 6.8: Darstellung der identifizierten individuellen Verbesserungspotenziale der Validierungsiterationen zeigt Verbesserungspotenziale in allen Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung

Die Analyse der Validierungsiterationen zeigte als zweites Schlüsselergebnis, dass in allen Iterationen individuelle Verbesserungspotenziale identifiziert wurden. Somit

kann geschlussfolgert werden, dass das erste übergreifende Ziel der EDiT-Methode, die Befähigung standortverteilter Entwicklungsteams individuelle Verbesserungspotenziale zu identifizieren, erfüllt wurde. Auffallend ist die Menge an identifizierten Verbesserungspotenzialen in den Handlungsfeldern (*Virtuelle Kommunikation & Zusammenarbeit, Informationen, Daten & Wissensmanagement* sowie *Digitalisierung & Technologisierung der Arbeitsumgebung*). In den Handlungsfeldern *Teamentwicklung & Kultur, Methodenanwendung* sowie *Zielverständnis & Vision* hingegen wurden überdurchschnittlich wenige Verbesserungspotenziale identifiziert. Aufbauend auf der Analyse ließ sich folgern, dass in allen Gestaltungsdimensionen *Mensch, Technologie* und *Organisation* Verbesserungspotenziale aufzufinden sind, jedoch gerade die Handlungsfelder, in denen die Kommunikation und die dazu benötigten Prozesse und Tools im Fokus stehen, die meisten Verbesserungspotenziale zeigten. Dies unterstreicht die Aussage von Ostergaard und Summers (2009, S. 63): „Communication can be regarded as a central factor in many group situations, but it is particularly important when a development team is distributed“.

Ein Vergleich der Test- und Kontrollgruppen für dieses Schlüsselergebnis war nicht möglich, da auch die Kontrollgruppen dazu aufgefordert wurden, individuelle Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Somit wurde eine Auswertung des Effekts nach Cohen (1988) an dieser Stelle nicht durchgeführt.

6.4 Schlüsselergebnis 3: Erschließung individueller Verbesserungspotenziale

Die Erschließung individueller Verbesserungspotenziale bildet die zweite Grundlage für die kontinuierliche Bewertung des Erfolgsbeitrags der EDiT-Methode (vgl. Abschnitt 3.4.2) und wird im nachfolgenden Abschnitt vorgestellt.

6.4.1 Studiendesign

Abgeleitet aus dem Kernergebnis *Erschlossenes Verbesserungspotenzial* der Methodenanwendung im Steckbrief erfolgt die statistische Auswertung der Erschließung der Verbesserungspotenziale, um Aussagen über die Effekte der EDiT-Methode auf die Erschließung individueller Verbesserungspotenziale treffen zu können. Dazu wird zur Analyse der Signifikanz der Verbesserung in den Potenzialfeldern die subjektive Einschätzung der individuellen Potenzialfelder auf einer Skala von 1 (sehr unzufrieden) bis 5 (sehr zufrieden) durch die Studienteilnehmenden vor und nach der Anwendung der EDiT-Methode

herangezogen. Die Auswertung erfolgt einzeln je Validierungsiteration und mithilfe des Einstichproben-Wilcoxon-Tests. Dieser Test wird gewählt, da eine ausreichend große Stichprobe für den t-Test in den einzelnen Validierungsiterationen nicht sicherzustellen ist (vgl. Abschnitt 3.4.2). Das Ergebnis wird bei einem p-Wert von kleiner als 0,05 als statistisch signifikant angenommen. Der Pearson-Korrelationskoeffizienten r wird zur Berechnung der Effektstärke der Einstichproben-Wilcoxon-Test verwendet. Zusätzlich werden außerdem die Effekte der EDiT-Methode anhand der Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests auf die Verbesserungen in den Potenzialfeldern der Test- und Kontrollgruppen aus den Live-Lab- und Laborstudien unter der Anwendung der Effektstärke nach Cohen (1988) miteinander verglichen.

6.4.2 Ergebnisse der Erschließung individueller Verbesserungspotenziale

Tabelle 6.3 zeigt die Ergebnisse der Verbesserungen im Durchschnitt über alle Potenzialfelder sortiert nach der Einteilung in Test- und Kontrollgruppen sowie über die einzelnen Validierungsumgebungen hinweg. Zusätzlich zeigt die Tabelle, welche Effektstärke r durch die Anwendung der EDiT-Methode in der Einzelbetrachtung erzielt wurde.

Tabelle 6.3: Ergebnisse der Auswertung der Erschließung individueller Verbesserungspotenziale über die verschiedenen Validierungsumgebungen hinweg zeigt signifikante positive Effekte in den Testgruppen von ProVIL und im Feld

	Validierungs- umgebung	Teilnehmende [n]	Verbesserung im \emptyset	Signifikanz p	Effektstärke r
Kontroll- gruppe	Entwicklungs- simulator	5	0,50	0,32	-
	ProVIL	5	0,25	0,18	-
Testgruppe	Entwicklungs- simulator	10	0,60	0,66	-
	ProVIL	10	0,65	0,01	0,81
	Feld	60	0,54	0,00	0,73

Die durchschnittliche Verbesserung in den Potenzialfeldern der Kontrollgruppen beträgt 0,5 im Entwicklungssimulator und 0,25 im Live-Lab ProVIL. Für beide Gruppen sind die Ergebnisse jedoch nicht statistisch signifikant aufgrund eines p -Werts von größer als 0,05. Beim Vergleich der Verbesserung im Durchschnitt mit den Werten der Testgruppe zeigt sich, dass bei beiden Testgruppen höhere Werte erzielt worden sind (Entwicklungssimulator 0,6; ProVIL 0,65). Demnach erzielten die Testgruppen mit EDiT-Methode eine größere Verbesserung als die Kontrollgruppen ohne EDiT-Methode. Die Anwendung der EDiT-Methode zeigt im Live-Lab ProVIL nach Cohen (1988) einen großen Effekt mit der Effektstärke r von 0,81. In den Testgruppen des Entwicklungssimulators liegt keine statistische Signifikanz vor. Die Anwendung des Mann-Whitney-U-Tests auf die Verbesserungen in den Potenzialfeldern der Test- und Kontrollgruppen, jeweils im Vergleich in der Live-Lab- und Laborstudie, zeigt keine statistische Signifikanz. Aufgrund der Stichprobengröße von weniger als 30 wird in beiden Fällen mit der exakten Signifikanz gerechnet. In ProVIL beträgt diese $p = 0,055$ und verfehlt damit nur um 0,005 eine statistische Signifikanz.

Bei der Auswertung der Testgruppen im Feld konnten Daten von 60 Teilnehmenden aus fünf Validierungsiterationen analysiert werden. Lediglich zwei von insgesamt sieben durchgeführten Feldstudien wiesen keine subjektiv-quantitativen Daten vor und nach der Anwendung der EDiT-Methode auf und konnten demnach nicht in die Analyse mit einbezogen werden. In den betrachteten Validierungsiterationen wurde im Durchschnitt eine Verbesserung von 0,54 in den Potenzialfeldern erreicht. Die Anwendung der EDiT-Methode zeigt in den Validierungsiterationen im Feld nach Cohen (1988) einen mittleren Effekt mit der Effektstärke $r = 0,73$.

Trotz der nicht signifikanten statistischen Relevanz im Vergleich zwischen den Test- und Kontrollgruppen im Entwicklungssimulator und im Live-Lab ProVIL zeigt die Anwendung der EDiT-Methode in den Testgruppen des Live-Labs sowie in den Validierungsiterationen im Feld statistisch signifikante Verbesserungen in den Potenzialfeldern. Schlüsselergebnis 3 bestätigt die Annahme, dass die Anwendung der EDiT-Methode einen positiven Effekt auf die Erschließung von Verbesserungspotenzialen aufweist. Dennoch muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass durch die geringen Datenmengen der Studie im Entwicklungssimulator und im Live-Lab ProVIL keine sicheren Aussagen getroffen werden können. Jedoch lässt die Auswertung der 60 teilnehmenden Personen in den Feldstudien durch den mittleren Effekt die Aussage zu, dass die EDiT-Methode, vor allem bei der Anwendung in realitätsnahen Umgebungen, einen signifikanten positiven Effekt erzielt.

6.5 Schlüsselergebnis 4: Effekt durch Vergleich der Test- und Kontrollgruppen

Zur weiteren Auswertung des Beitrags der EDiT-Methode wird als viertes Schlüsselergebnis der Effekt der Methode weiter im Detail durch den Vergleich weiterer quantitativer Ergebnisse der Potenzialerschließung von Test- und Kontrollgruppen in Live-Lab und labornaher Umgebung analysiert.

6.5.1 Studiendesign

Zur Auswertung des Effekts der EDiT-Methode in Live-Lab und labornaher Umgebung werden die quantitativen Ergebnisse aus dem Kerneergebnis der Potenzialerschließung des Steckbriefs verwendet. Da diese je Validierungsumgebung abweichen, werden die zur Auswertung verwendeten Ergebnisse hier kurz vorgestellt. Den zusammengefassten Steckbrief der Testgruppen findet sich im Anhang F wieder.

Live-Lab ProVIL

Der Effekt der EDiT-Methode auf die Testgruppen im Live-Lab ProVIL wird weiter hinsichtlich dreier Ergebnisse durch den Vergleich mit den Ergebnissen der Kontrollgruppe bewertet:

- Vorhersage und Eintreten von Problemen der standortverteilten Produktentwicklung
- Expertenbewertung der Produktideen
- Verbesserung in den Potenzialfeldern

Zunächst wird analysiert, wie die Vorhersage und das Eintreten von Problemen der standortverteilten Produktentwicklung durch die Methodenanwendung beeinflusst werden. Dazu werden die Test- und Kontrollgruppen zu Beginn der ProVIL-Phasen 2 und 3 anhand einer Umfrage hinsichtlich der zu erwartenden Probleme der kommenden Phase befragt. Anschließend wird am Ende der jeweiligen Phase erfragt, welche Probleme eintraten. Als zweites Ergebnis wird die Expertenbewertung der generierten Produktprofile und -ideen am zweiten und am dritten ProVIL-Meilenstein betrachtet. Bis zu sieben Expertinnen und Experten bewerteten am zweiten Meilenstein die Produktprofile und am dritten Meilenstein die auf den Produktprofilen aufbauenden Produktideen hinsichtlich der Kriterien *Produktattraktivität*, *Machbarkeit* und *Wirtschaftlichkeit* auf einer Skala von 1 bis 10, wobei die 1 die Nichterfüllung und die 10 die Erfüllung des Kriteriums ausdrückt.

Das Kriterium *Produktattraktivität* wird durch die folgenden Eigenschaften beschrieben:

- Klarer Unique Selling Point, Abgrenzung zum Wettbewerb vorhanden
- Kundenbedürfnisse abgedeckt
- Produkt trägt positiv zum Markenimage bei

Das Kriterium *Machbarkeit* wird durch die folgenden Eigenschaften beschrieben:

- Marktzugang gesichert
- Kurze Zeit bis zur Markteinführung
- Erforderliche Investitionen im Zielbereich

Das Kriterium *Wirtschaftlichkeit* wird durch die folgenden Eigenschaften beschrieben:

- Einnahmepotenzial vorhanden, Marktgröße ausreichend
- Gewinnpotenzial abgesichert, positiver Return on Investment
- Wachstumspotenzial vorhanden

Als drittes Ergebnis wird die Verbesserung in den identifizierten Potenzialfeldern betrachtet. Bei den ProVIL-Teams konnten die folgenden Potenzialfelder über alle Teams (n = 5) hinweg verwendet werden: *Vermeidung von Missverständnissen im Team, Erkennen von potenziellen Problemen, Konstruktiver Umgang mit Problemen, Vorausschauende Planung*. Die Bewertung der Potenzialfelder fand auf der Skala 1 – Unverändert, 2 – Abnahme und 3 – Zunahme statt.

Laborumgebung Entwicklungssimulator

Der Effekt der EDiT-Methode auf die Testgruppen in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators wird hinsichtlich der folgenden drei Ergebnisse durch den Vergleich mit den Ergebnissen der Kontrollgruppe bewertet (Duehr, Mai, Rapp, Albers & Bursac, 2023):

- Auswertung der Funktionserfüllung der Lösungskonzepte
- Monetärer Ertrag der Lösungskonzepte
- Verbesserung in den Potenzialfeldern

Zunächst erfolgt die Analyse der Auswertung der Funktionserfüllung der erarbeiteten Lösungskonzepte über den Verlauf des Entwicklungssimulators durch den Studiendurchführenden. Dies erfolgt anhand des Funktionsdiagramms des Systemmodells von Duehr et al. (2021) basierend auf dem C&C²-Ansatzes nach Albers und Wintergerst (2014) und Matthiesen (2021). Es wurden vier Messpunkte über den Verlauf des zweitägigen Entwicklungssimulators verwendet. Als zweites Ergebnis wird der monetäre Ertrag durch die generierten Lösungskonzepte

verglichen. Dazu wird am Ende der beiden Sprints eine Auslieferung der Produkte an den Kunden simuliert und mit den zugrundeliegenden Gewinnen und Ausgaben verrechnet. Als drittes Ergebnis wird die Verbesserung in den Potenzialfeldern betrachtet. Als Potenzialfelder wurden im Entwicklungssimulator die Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung herangezogen. Die Teilnehmenden bewerteten die Handlungsfelder jeweils vor der Anwendung der EDiT-Methode und nach der Anwendung der EDiT-Methode anhand einer fünf-stufigen Likert-Skala hinsichtlich der Zufriedenheit im Handlungsfeld (1 – stimme überhaupt nicht zu; 5 – stimme voll zu).

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Abschnitts wurden wie angegeben auf einer Fachkonferenz (Duehr et al., 2023) veröffentlicht und waren wie angegeben Gegenstand von durch die Autorin der vorliegenden Arbeit co-betreuten studentischen Abschlussarbeiten (Mai, 2022; Mueller, 2021)⁹.

6.5.2 Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode im Live-Lab ProVIL

Zur detaillierteren Analyse des Effekts der EDiT-Methode im Live-Lab ProVIL werden die folgenden drei Ergebnisse herangezogen:

- Vergleich der Vorhersage von Problemen der standortverteilten Produktentwicklung mit dem tatsächlichen Auftreten der Probleme
- Expertenbewertung der Produktideen hinsichtlich der Kriterien *Produktattraktivität, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit*
- Verbesserung in den identifizierten Potenzialfeldern: *Vermeidung von Missverständnissen im Team, Erkennen von potenziellen Problemen, Konstruktiver Umgang mit Problemen, Vorausschauende Planung*

Zum Vergleich der Vorausschau von Problemen der standortverteilten Produktentwicklung mit dem tatsächlichen Auftreten der Probleme wurden die Teams zu Beginn der ProVIL-Phasen 2 und 3 in der Vorausschau zu ihren zu erwartenden Problemen in den Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung befragt. Abschließend erfolgte in den beiden Phasen die Befragung, welche Probleme tatsächlich aufgetreten sind. Einfluss auf die Vorausschau der Probleme hat vor allem die erste Phase (Potenzialfindung) der

⁹ Abschlussarbeiten (unveröffentlicht)

EDiT-Methode, welche zu Anfang der dritten Phase von ProVIL mit den Testgruppen durchgeführt. (Mueller, 2021)¹⁰

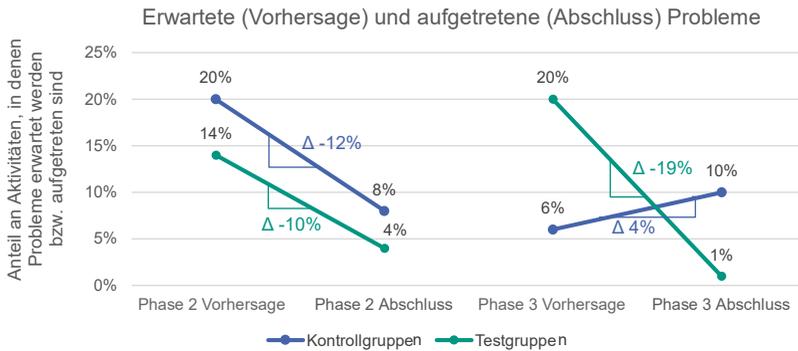


Abbildung 6.9: Erwartete (Vorhersage) und eingetretene (Abschluss) Probleme in den Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung in den ProVIL-Phasen 2 und 3 der Test- und Kontrollgruppen zeigen einen verbesserten Umgang mit erwarteten Problemen in der Testgruppe. Angepasste Darstellung aus Mueller (2021)¹¹

Vergleichbar zu Abbildung 6.9 erwarteten die Testgruppen in der Vorausschau von ProVIL Phase 2 (vor der Methodenanwendung) in 14 % der Aktivitäten Probleme, wobei in lediglich 4 % der Aktivitäten Probleme auftraten. Die Kontrollgruppen erwarteten hingegen in 20 % der Aktivitäten von Phase 2 Probleme, wobei nur 8 % auftraten. Nach der Anwendung der EDiT-Methode in ProVIL Phase 3 erwarteten die Testgruppen in 20 % der Aktivitäten von Phase 3 Probleme. Lediglich in 1 % der Aktivitäten der Testgruppen sind Probleme aufgetreten. Die Kontrollgruppen erwarteten lediglich in 6 % der Aktivitäten von Phase 3 Probleme. Aufgetreten sind jedoch Probleme in 10 %. (Mueller, 2021)¹² Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Anwendung der EDiT-Methode zu einer deutlichen Unterstützung der Vorausschau von Problemen in der standortverteilten Zusammenarbeit der Produktentwicklung führt und zusätzlich auch dabei unterstützt, die erwarteten Probleme zu minimieren.

Die Expertenbewertung der Produktprofile aller Teams fand am zweiten Meilenstein sowie der Produktideen am dritten Meilenstein hinsichtlich der Kriterien

¹⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)
¹¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)
¹² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Produktattraktivität, Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit auf einer Skala von 1 bis 10, bei der eine 1 die Nichterfüllung und eine 10 die Erfüllung des Kriteriums aussagt, statt.

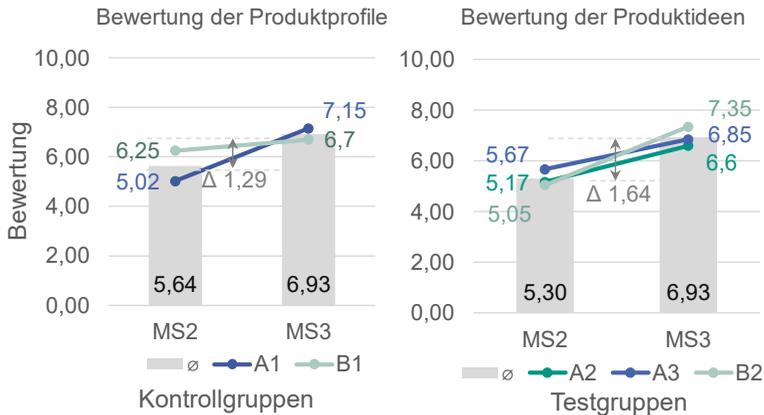


Abbildung 6.10: Durchschnittliche Bewertung der Produktprofile nach der zweiten Phase (MS2) und Produktideen nach der dritten Phase (MS3) der Testgruppen (A2, A3, B2) und Kontrollgruppen (A1, B1) zeigt im Durchschnitt eine größere Verbesserung in den Testgruppen. Angepasste Darstellung aus Mueller (2021)¹³

Die Betrachtung der Expertenbewertung über den Mittelwert der drei Kriterien in Abbildung 6.10 zeigt, dass die Produktprofile der Kontrollgruppen an Meilenstein 2 geringfügig besser bewertet wurden (5,64) als die Produktprofile der Testgruppen (5,29). Die Produktideen der Test- und Kontrollgruppen wurden beide mit durchschnittlich 6,93 Punkten am Meilenstein 3 bewertet. Der Verlauf der Expertenbewertung zeigt, dass die Bewertung der Testgruppen sich um 1,64 Punkte von Phase 2 zu Phase 3 verbessert hat, wohingegen sich die Bewertung der Kontrollgruppen nur um 1,29 Punkte verbessert hat. (Mueller, 2021)¹⁴ Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass durch die Anwendung der EDiT-Methode eine Verbesserung der Bewertung hervorgerufen werden konnte. An dieser Stelle wird angemerkt, dass die ungewisse interne Validität die Aussagekraft möglicher Schlussfolgerungen relativiert. Die zu erkennende Verbesserung der Testgruppe im

¹³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹⁴ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Vergleich zu den Kontrollgruppen könnte ebenso durch weitere Einflüsse ausgelöst worden sein.

Am Ende von ProVIL bewerteten alle Teams, die über alle Teams hinweg identifizierten Potenzialfelder: *Vermeidung von Missverständnissen im Team*, *Erkennen von potenziellen Problemen*, *Konstruktiver Umgang mit Problemen*, *Vorausschauende Planung* auf einer Skala von 1 bis 3 (1 – Unveränderte Zufriedenheit, 2 – Abnahme der Zufriedenheit und 3 – Zunahme der Zufriedenheit).

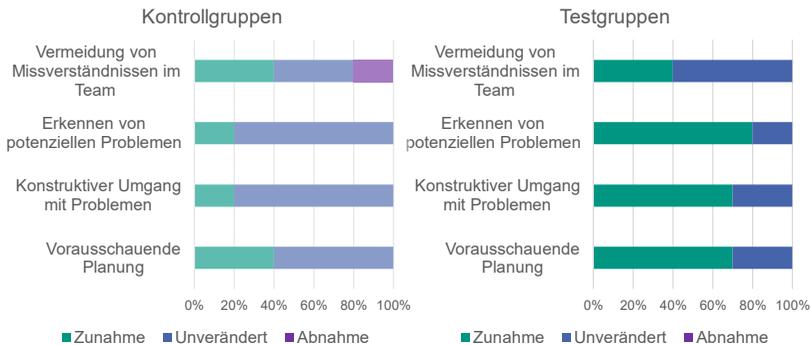


Abbildung 6.11: Vergleich der Bewertung des Verlaufs der Zufriedenheit anhand der vier identifizierten Potenzialfelder der Test- und Kontrollgruppen zeigt Verbesserungen in den Potenzialfeldern der Testgruppen. Angepasste Darstellung aus Mueller (2021)¹⁵

Die Bewertung der Entwicklung der Potenzialfelder (vgl. Abbildung 6.11) fiel bei den Testgruppen für jedes Potenzialfeld besser aus als die Bewertungen der Kontrollgruppen. Somit zeigt die Auswertung des Verlaufs der Potenzialfelder, dass die Anwendung der EDiT-Methode zu einer Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung bei den ProVIL-Teams geführt hat. (Mueller, 2021)¹⁶

Der erste Teil des vierten Schlüsselergebnisses ist demnach der detaillierte Nachweis des positiven Effekts der EDiT-Methode auf die Verbesserung der Zusammenarbeit anhand der drei Ergebnisse des Vergleichs der Test- und Kontrollgruppen im Live-Lab ProVIL.

¹⁵ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

¹⁶ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

6.5.3 Ergebnisse der Anwendung der EDiT-Methode in labornaher Umgebung „Entwicklungssimulator“

Zur detaillierteren Analyse des Effekts der EDiT-Methode in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators werden die folgenden drei Ergebnisse herangezogen:

- Analyse der Auswertung der Funktionserfüllung der Lösungskonzepte
- Monetärer Ertrag durch die Lösungskonzepte
- Verbesserung in den Potenzialfeldern anhand der Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung

Die Analyse der Auswertung der Funktionserfüllung der erarbeiteten Lösungskonzepte erfolgte anhand von vier Messpunkten über den Verlauf des Entwicklungssimulators durch die Studiendurchführende. Das Funktionsdiagramm des Systemmodells von Duehr et al. (2021) basierend auf dem C&C²-Ansatzes nach Albers und Wintergerst (2014) und Matthiesen (2021) diente als Grundlage der Auswertung.¹⁷

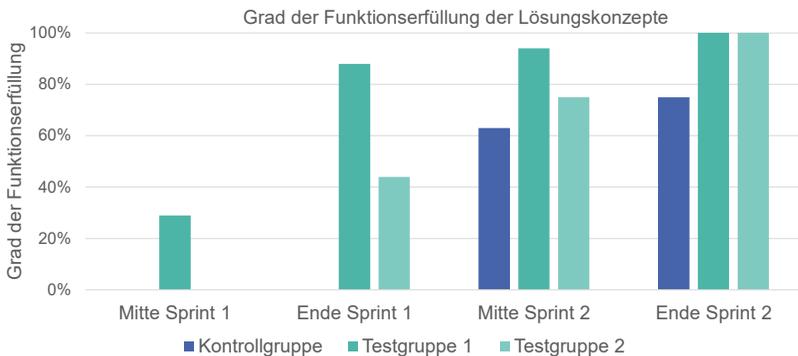


Abbildung 6.12: Grad der Funktionserfüllung über die vier Messpunkte im Verlauf des Entwicklungssimulators für die Test- und Kontrollgruppen zeigt lediglich eine vollständige Funktionserfüllung bei den Testgruppen. Angepasste und übersetzte Darstellung aus Duehr et al. (2023) und Mai (2022)¹⁸

¹⁷ Die detaillierte Studie und deren Auswertung kann in Mai (2022) eingesehen werden.

¹⁸ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Die Analyse des Grads der Funktionserfüllung über die vier Messpunkte hinweg in Abbildung 6.12 zeigt, dass lediglich die beiden Testgruppen, die die EDiT-Methode im Verlauf des Entwicklungssimulators angewendet haben, eine vollständige Funktionserfüllung am Ende des Entwicklungssimulators erzielen konnten. Jedoch muss diesem Erfolg die Tatsache gegenübergestellt werden, dass die Anwendung der EDiT-Methode erst nach dem ersten Sprint stattfand. Demnach ist zu erkennen, dass vor allem die Kontrollgruppe einen starken Anstieg in der Funktionserfüllung nach Beginn des zweiten Sprints zeigt, ohne jedoch eine Unterstützung durch die EDiT-Methode erhalten zu haben. (Duehr et al., 2023), (Mai, 2022)¹⁹ Dennoch wurden die Testgruppen schon zu Anfang des Entwicklungssimulators durch die Vorstellung der EDiT-Methode auf die Relevanz einer guten standortverteilten Zusammenarbeit hingewiesen, was zu einer stärkeren Fokussierung der Verbesserung der Zusammenarbeit auch schon vor der ersten Phase der EDiT-Methode führte.

Als zweites Ergebnis wird der monetäre Ertrag durch die generierten Lösungskonzepte herangezogen. Am Ende der beiden Sprints fand dazu eine simulierte Auslieferung der Produkte an den Kunden statt. Die erwirtschafteten Gewinne wurden mit den Ausgaben der Herstellung verrechnet, wodurch der Ertrag pro Team errechnet werden konnte.

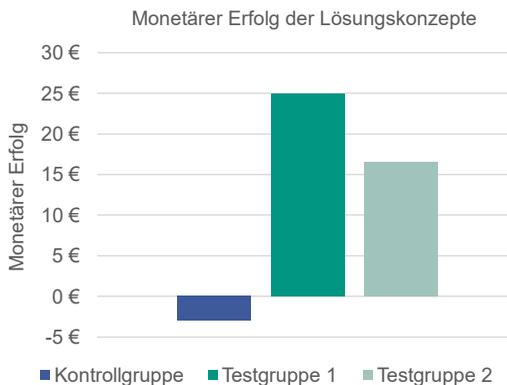


Abbildung 6.13: Monetärer Ertrag der Test- und Kontrollgruppen zeigt einen deutlich positiven Ertrag lediglich bei den Testgruppen. Darstellung aus Duehr et al. (2023) und Mai (2022, S. 66)²⁰

¹⁹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

²⁰ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Abbildung 6.13 zeigt den monetären Ertrag der Test- und Kontrollgruppen am Ende des Entwicklungssimulators. Die Testgruppen erzielten einen Ertrag von 17 € bzw. 25 €, wohingegen der Ertrag der Kontrollgruppe durch hohe Ausgaben und wenig Gewinn mit -3 € sogar im negativen Bereich lag. (Mai, 2022)²¹ Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass die Anwendung der EDiT-Methode einen positiven Effekt auf den erzielten monetären Ertrag der Testgruppen aufweist. An dieser Stelle wird angemerkt, dass die ungewisse interne Validität die Aussagekraft möglicher Schlussfolgerungen relativiert. Der deutlich größere Ertrag der Testgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe könnte ebenso durch weitere Einflüsse, wie bspw. unterschiedliches Vorwissen, ausgelöst worden sein. (Duehr et al., 2023)

Als drittes Ergebnis wird die Verbesserung in den Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung als Potenzialfelder herangezogen. Die Teilnehmenden bewerteten die Handlungsfelder jeweils vor der Anwendung der EDiT-Methode und nach der Anwendung der EDiT-Methode anhand einer fünf-stufigen Likert-Skala hinsichtlich der Zufriedenheit im Handlungsfeld (1 – stimmt überhaupt nicht zu; 5 – stimme voll zu). Zur Auswertung des Effekts der Methode werden nur jeweils die beiden zur Verbesserung ausgewählten Handlungsfelder herangezogen. Diese werden im weiteren Verlauf als Potenzialfelder bezeichnet. Die Potenzialfelder sind in den jeweiligen Gruppen jedoch unterschiedlich und können nicht direkt miteinander verglichen werden. (Duehr et al., 2023)

²¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

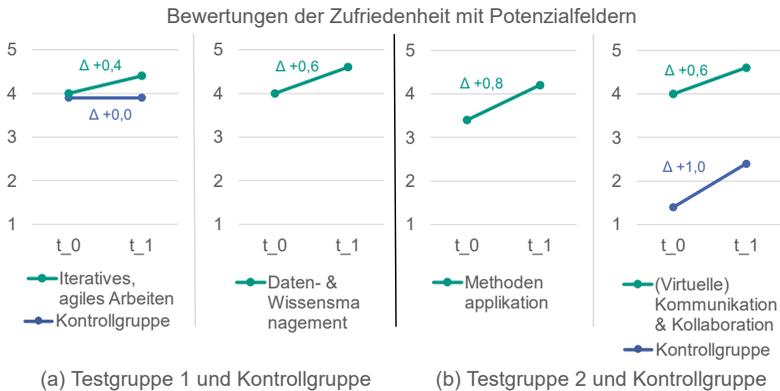


Abbildung 6.14: Vergleich der Bewertung des Verlaufs der Zufriedenheit anhand der identifizierten Potenzialfelder der Testgruppen 1 (a) und 2 (b) sowie jeweils einer Kontrollgruppe zeigt bei den Testgruppen in allen ausgewählten Potenzialfeldern Verbesserungen. Angepasste und übersetzte Darstellung aus Duehr et al. (2023) und Mai (2022)²²

Die Bewertung der Handlungsfelder (vgl. Abbildung 6.14) zeigt, dass die Zufriedenheit in allen Potenzialfeldern der Testgruppen gesteigert werden konnte. Lediglich das Potenzialfeld *Iteratives, agiles Arbeiten* in der Kontrollgruppe zeigt keine Verbesserung. Die Steigerung der Zufriedenheit der Testgruppen beträgt im Durchschnitt 0,6, die durchschnittliche Steigerung der Kontrollgruppe beträgt 0,5. (Mai, 2022)²³ Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass ein positiver Effekt der EDiT-Methode auf die zur Verbesserung ausgewählten Potenzialfelder erkennbar ist, die Kontrollgruppe jedoch auch zumindest in einem der ausgewählten Potenzialfelder ohne die Methode eine Verbesserung erzielen konnte. (Duehr et al., 2023)

Der zweite Teil des vierten Schlüsselergbnisses ist demnach der detaillierte Nachweis des positiven Effekts der EDiT-Methode auf die Verbesserung der Zusammenarbeit anhand der drei Ergebnisse des Vergleichs der Test- und Kontrollgruppen in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators.

²² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

²³ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

6.6 Schlüsselergebnis 5: Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode

Zur Verifikation der Zielsystemelemente der EDiT-Methode wird im fünften Schlüsselergebnis die Erfüllung der Zielsystemelemente in den unterschiedlichen Validierungsiterationen analysiert. Die letzte Kategorie, die *Verifikation anhand Abgleich der Zielsystemelemente*, stellt ein vergleichendes Element innerhalb verschiedener Validierungsiterationen der EDiT-Methode dar. Dabei beinhaltet diese Kategorie den subjektiven Abgleich von Zielsystemelementen der Unterstützungsleistung, der Anwendbarkeit sowie des Erfolgsbeitrags der EDiT-Methode. Neben einer Überprüfung des Erfüllungsgrads jedes Zielsystemelements können zudem stetig weitere Handlungsempfehlungen sowie Verbesserungspotenziale der EDiT-Methode abgeleitet werden.

6.6.1 Studiendesign

Als fünftes Schlüsselergebnis wird das Kernergebnis der *Erfüllung der Zielsystemelemente* aus dem Steckbrief näher analysiert. Dazu werden die Validierungsiterationen in frühe, mittlere und späte Validierungsiterationen im Feld eingeteilt. Die Analyse der Bewertung der Erfüllung der Zielsystemelemente erfolgt über die Auswertung der drei zusammengefassten Validierungsiterationen sowie im Vergleich mit der Bewertung der Erfüllung der Zielsystemelemente im Live-Lab ProVIL und in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators. Im Fokus der Analyse steht die Entwicklung der Bewertung der Zielsystemelemente über die Iterationen hinweg, um zum einen zu erkennen, welche Zielsystemelemente in den Iterationen erfüllt und welche nicht erfüllt wurden, sowie zum anderen eine Aussage über die zeitliche Entwicklung der Bewertungen durch die iterative Vorgehensweise bei der Entwicklung und Validierung der EDiT-Methode treffen zu können.

6.6.2 Ergebnisse der Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode

Die Auswertung der Erfüllung der Zielsystemelemente anhand der Bewertungen der Zielsystemelemente in allen Validierungsiterationen wird in Abbildung 6.15 dargestellt. Die Bewertungsskala reicht von 1 – nicht erfüllt bis 5 – voll erfüllt.



Abbildung 6.15: Auswertung der Erfüllung der Zielsystemelemente nach der Anwendung der EDiT-Methode über alle Validierungsiterationen hinweg

Schlüsselergebnis 5 ist die iterative Weiterentwicklung der EDiT-Methode durch die Anwendung in den Validierungsiterationen und die damit ansteigende positive Bewertung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode. Die Auswertung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode zeigt anhand des zeitlichen Verlaufs der Datenerhebungen einen kontinuierlichen Anstieg in den Bewertungen der Zielsystemelemente der frühen (grau, Ø 2,63), über die mittleren (blau, Ø 3,85) bis

hin zu den späten (grün, Ø 3,93) Validierungsiterationen und belegt damit die positive Auswirkung der iterativen Weiterentwicklung der Methode. Die Bewertung der Erfüllung der Zielsystemelemente in Live-Lab und Laborstudien liegt im ungefähren Durchschnitt der Bewertungsskala (Ø 3,49). Bei der Anwendung der EDiT-Methode im Live-Lab ProVIL und in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators wurden lediglich reale Entwicklungssituationen nachgebildet. Die Entwicklung der EDiT-Methode wird nachfolgend daher vor allem anhand der vergleichbaren realen Entwicklungssituationen der Feldstudien interpretiert. Die schon in den frühen Validierungsiterationen als gut erfüllt bewerteten Zielsystemelemente (bspw. U3 – Unterstützung der Analyse von Verbesserungspotenzialen und A6 – Anwendbarkeit in unterschiedlichen Entwicklungsteams) konnte in den weiteren Validierungsiterationen erhalten oder sogar noch verbessert werden. Die anfangs als nicht erfüllt bewerteten Zielsystemelemente (bspw. U2 – Unterstützung der Identifikation kritischer Aktivitäten, U5 – Unterstützung der Umsetzung definierter Maßnahmen, A4 – angemessener Detaillierungsgrad und E4 – Verbesserung der Effektivität) wurden iterativ in den folgenden Validierungsiterationen aktiv angegangen und verbessert. Einige Zielsystemelemente wurden in den späten Iterationen (bspw. U4 – Unterstützung der Definition von Maßnahmen) schlechter bewertet als in den mittleren Iterationen. Dies kann daran liegen, dass in den späteren Iterationen Entwicklungsteams aus den Randbereichen der Zielgruppen der EDiT-Methode im Fokus der Methodenanwendung standen. Dies war z.B. die Anwendung der EDiT-Methode in Entwicklungsteams der Schnittstellen, die nicht durchgängig einem Team zugeordnet sind, oder die Anwendung der EDiT-Methode zur Verbesserung des Änderungsprozesses für Produktverbesserungen. Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass vor allem die iterative Vorgehensweise zur Entwicklung und Validierung der EDiT-Methode zum Erfolg der Anwendung der EDiT-Methode in den Feldstudien beigetragen hat.

6.7 Fazit

Die zweite deskriptive Studie wurde mit dem Ziel durchgeführt, den Beitrag der Anwendung der entwickelten EDiT-Methode zu analysieren. Dazu wurde folgende Forschungsfrage beantwortet:

3. Welchen Beitrag liefert die Anwendung der EDiT-Methode hinsichtlich der Identifikation und Erschließung von individuellen Verbesserungspotenzialen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung?

Dazu wurde die EDiT-Methode iterativ in unterschiedlichen Reifegraden sowie unterschiedlichen Validierungsumgebungen in neun Validierungsiterationen angewendet. Abbildung 6.16 gibt eine Übersicht über die fünf Schlüsselergebnisse der Validierung der EDiT-Methode.

6

Validierung der EDiT-Methode

Deskriptive Studie II

Schlüsselergebnisse 1 – 3:

1 – Anwendung und Ergebnisse der Validierungssiterationen

2 – Identifikation individueller Verbesserungspotenziale

3 – Erschließung individueller Verbesserungspotenziale

		Validierungsumgebung	Teilnehmende (n)	Verbesserung in %	Signifikanz p	Effektivität γ
Kontrollgruppe	Erhebungsiteratur	5	0,50	0,32	-	-
	Prüfrit.	5	0,25	0,16	-	-
Testgruppe	Erhebungsiteratur	10	0,60	0,68	-	-
	Prüfrit.	10	0,60	0,91	0,01	0,01
		Prüf.	60	0,91	0,00	0,75

Vorgehen:

Iterative Anwendung in Feld, Live-Lab und Labor

Qualitative Analyse der identifizierten Verbesserungspotenziale

Analyse der Signifikanz der Verbesserung in den Potenzialfeldern

Schlüsselergebnisse 4 & 5:

4 – Effekt der EDiT-Methode im Live-Lab ProViL und in labornaher Umgebung Entwicklungssimulator

5 – Analyse der Erfüllung der Zielsystemelemente der Methode

Vorgehen:

Quantitative Analyse der Verbesserungen durch Vergleich von Test- und Kontrollgruppen im Live-Lab ProViL und in labornaher Umgebung Entwicklungssimulator

Analyse der Entwicklung der Bewertung der Zielsystemelemente

Abbildung 6.16: Schlüsselergebnisse und Vorgehen der Deskriptiven Studie II zur Analyse des Beitrags durch die EDiT-Methode

Das **erste Schlüsselergebnis** ist der Nachweis der Anwendbarkeit der EDiT-Methode in den Validierungssiterationen sowie deren inkrementelle Weiterentwicklung. Angelehnt an das vorgestellte Vorgehensmodell zur Validierung werden alle erzielten Ergebnisse der Validierung der EDiT-Methode anhand von fünf

Kernergebnissen der Methodenanwendung pro Validierungsiteration in einem Steckbrief zusammengefasst: *Anwendung, Weiterentwicklung, identifiziertes Verbesserungspotenzial, erschlossenes Verbesserungspotenzial und Erfüllung der Zielsystemelemente*. Die Steckbriefe ermöglichen den Vergleich der verschiedenen Validierungsiterationen und geben zusätzlich den zeitlichen Verlauf der Methodenentwicklung wieder. Aufbauend auf den Erkenntnissen der Methodenanwendung wurden in allen Anwendungen Verbesserungspotenziale der EDiT-Methode identifiziert und umgesetzt, um eine inkrementelle Entwicklung und Verbesserung der EDiT-Methode zu erzielen. Dies zeigt zusätzlich, dass eine Verbreitung der Ergebnisse dieser Arbeit durch die Anwendung der Methode möglich ist.

Das **zweite Schlüsselergebnis** ist der Nachweis des ersten Teils der Forschungshypothese, dass durch die Anwendung der EDiT-Methode individuelle Verbesserungspotenziale in allen Validierungsiterationen identifiziert wurden. Die Analyse zeigte, dass in allen Gestaltungsdimensionen *Mensch, Technologie* und *Organisation* Verbesserungspotenziale vorliegend waren. Gerade die Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung, in denen die Kommunikation und die dazu benötigten Prozesse und Tools im Fokus stehen (wie bspw. *(Virtuelle) Kommunikation & Zusammenarbeit, Informationen, Daten & Wissensmanagement* sowie *Digitalisierung & Technologisierung der Arbeitsumgebung*), zeigten die vielfältigsten Verbesserungspotenziale.

Das **dritte Schlüsselergebnis** ist der Nachweis des Effekts der EDiT-Methode auf die Erschließung individueller Verbesserungspotenziale. Dazu wurde zur Analyse der Signifikanz der Verbesserung die Bewertung der Potenzialfelder vor und nach der Anwendung der EDiT-Methode je Validierungsiteration analysiert. Zusätzlich wurden die Effekte der EDiT-Methode durch den Vergleich von Test- und Kontrollgruppen im Live-Lab ProVIL und in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators ausgewertet. Die Testgruppen mit EDiT-Methode zeigten eine deutlichere Verbesserung als die Kontrollgruppen ohne EDiT-Methode. Im Live-Lab ProVIL konnte sogar ein großer Effekt nachgewiesen werden. Die Anwendung der EDiT-Methode zeigt in den fünf Validierungsiterationen im Feld einen positiven Effekt mit mittlerer Effektstärke, aufbauend auf Daten von 60 Teilnehmenden. Trotz der nicht signifikanten statistischen Relevanz im Vergleich zwischen den Test- und Kontrollgruppen im Entwicklungssimulator und im Live-Lab ProVIL zeigt die Anwendung der EDiT-Methode vor allem bei der Anwendung in realitätsnahen Umgebungen einen signifikanten positiven Effekt.

Das **vierte Schlüsselergebnis** ist der detaillierte Nachweis des Effekts der EDiT-Methode durch den Vergleich der Ergebnisse der Test- und Kontrollgruppen im Live-

Lab ProVIL und in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators. Je Validierungsumgebung wurden drei Ergebnisse zwischen den Test- und Kontrollgruppen verglichen. Im Live-Lab ProVIL zeigte der Vergleich der Vorhersage von Problemen der standortverteilten Produktentwicklung mit dem tatsächlichen Auftreten der Probleme, dass die Anwendung der EDiT-Methode zu einer deutlichen Unterstützung der Vorhersage von Problemen in der standortverteilten Zusammenarbeit der Produktentwicklung führt und zusätzlich auch unterstützt, die erwarteten Probleme zu minimieren. Die Expertenbewertung der Produktideen hinsichtlich der Kriterien *Produktattraktivität*, *Machbarkeit* und *Wirtschaftlichkeit* zeigte, dass durch die Anwendung der EDiT-Methode eine Verbesserung der Bewertung hervorgerufen werden konnte. Als drittes Ergebnis zeigte die Verbesserung in den identifizierten Potenzialfeldern (*Vermeidung von Missverständnissen im Team*, *Erkennen von potenziellen Problemen*, *Konstruktiver Umgang mit Problemen*, *Vorausschauende Planung*), dass die Anwendung der EDiT-Methode zu einer Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung geführt hat. In der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators zeigte die Analyse der Auswertung der Funktionserfüllung der Lösungskonzepte, dass lediglich die Testgruppen, die die EDiT-Methode im Verlauf des Entwicklungssimulators angewendet haben, eine vollständige Funktionserfüllung am Ende des Entwicklungssimulators erzielen konnten. Die Auswertung des Ertrags durch die Lösungskonzepte zeigte, dass die Anwendung der EDiT-Methode einen positiven Effekt auf den erzielten monetären Ertrag der Testgruppen aufweist. Beide Testgruppen erzielten einen positiven Betrag, wohingegen die Kontrollgruppe einen negativen Betrag erzielte. Als drittes Ergebnis zeigte die Verbesserung in den Potenzialfeldern, dass ein positiver Effekt der EDiT-Methode auf die zur Verbesserung ausgewählten Potenzialfelder in den Testgruppen erkennbar ist.

Das **fünfte Schlüsselergebnis** ist die iterative Weiterentwicklung der EDiT-Methode durch die Anwendung in den Validierungsiterationen und die damit ansteigende positive Bewertung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode. Die Auswertung der Bewertungen zeigte einen kontinuierlichen Anstieg in den Bewertungen der Zielsystemelemente der frühen (\bar{x} 2,63), über die mittleren (\bar{x} 3,85) bis hin zu den späten (\bar{x} 3,93) Validierungsiterationen. Die iterative Vorgehensweise bei der Entwicklung und Validierung der EDiT-Methode unterstützte die kontinuierliche Verbesserung der Methode, in dem nach jeder Validierungsiteration die als nicht erfüllt bewerteten Zielsystemelemente aktiv angegangen werden konnten, bei gleichzeitiger Beibehaltung der positiv bewerteten Zielsystemelemente.

7 Zusammenfassung und Gesamtfazit

Eine erfolgreiche Entwicklung von Produkten erfordert eine erfolgreiche Zusammenarbeit im Entwicklungsteam (vgl. Abschnitt 2.2). Findet diese Zusammenarbeit standortverteilt statt, wird das Entwicklungsteam vor zusätzliche Herausforderungen gestellt. Um nun den Erfolg der standortverteilten Zusammenarbeit aufrechtzuerhalten, ist es notwendig, die Herausforderungen frühzeitig zu erkennen und anzugehen. Im Verständnis der KaSPro hat entwicklungsmethodische Forschung in diesem Zusammenhang zur Aufgabe, den Menschen im Mittelpunkt der Produktentwicklung zu beachten und die Bedingungen zu bestimmen, unter denen eine erfolgreiche Zusammenarbeit möglich ist. Darüber hinaus müssen die Entwicklungsteams dazu befähigt werden, diese Bedingungen in ihren individuellen Produktentwicklungsprozessen umzusetzen. Eine Unterstützung in Form einer Methode soll diese Befähigung ermöglichen.

Die Analyse des Stands der Forschung (vgl. Kapitel 2) bildet die Grundlage zur Entwicklung der Methode. Abbildung 7.1 stellt die für die Arbeit relevanten Themengebiete dar. Eine besondere Erkenntnis im Stand der Forschung für die zu entwickelnde Methode stellen die unterschiedlichen Auswirkungen der standortverteilten Zusammenarbeit auf die Produktentstehungsaktivitäten dar. Es lassen sich keine Aktivitäten erkennen, die grundsätzlich negativ durch die standortverteilte Zusammenarbeit beeinflusst werden. Demnach müssen Chancen, Herausforderungen und Erfolgsfaktoren individuell analysiert werden, um eine geeignete Gestaltung der standortverteilten Entwicklungssituation zu ermöglichen. Erfolgt dies nicht systematisch, kann es zu Effizienz- und Effektivitätsverlusten im standortverteilten Produktentwicklungsprozess kommen. Zudem existieren wenige Methoden, die diesen Bedarf ganzheitlich über die Dimensionen *Mensch*, *Technologie* und *Organisation* unterstützen. Dieser Bedarf ist zusätzlich durch eine Umfragestudie belegt. Daher ist das Ziel der vorliegenden Arbeit wie folgt formuliert.



Abbildung 7.1: Fokus der vorliegenden Arbeit sowie Themen, auf denen aufgebaut und beigetragen wird. Modelliert in einem ARC-Diagramm (Areas of relevance and contribution) nach Blessing und Chakrabarti (2009)

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Entwicklung einer Methode, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit basierend auf der individuellen Entwicklungssituation innerhalb einer Organisation zu identifizieren und zu erschließen.

Die nachfolgenden Forschungsfragen dienen zur Operationalisierung des Forschungsziels.

1. Welche Faktoren beschreiben die Kritikalität standortverteilter Produktentwicklungsprozesse und mit welchen Einflussfaktoren kann ein Entwicklungsteam die Kritikalität positiv beeinflussen?
2. Wie ist eine Methode zu gestalten, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, individuelle Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit basierend auf der Kritikalität standortverteilter Produktentwicklungsprozesse zu identifizieren und zu erschließen?

3. Welchen Beitrag liefert die Anwendung der Methode hinsichtlich der Identifikation und Erschließung von individuellen Verbesserungspotenzialen der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung?

Um eine strukturierte Vorgehensweise zur Entwicklung der Methode und dem damit einhergehenden Beitrag zum theoretischen Verständnis darlegen zu können, wird diese Forschungsarbeit mit der DRM – Design Research Methodology (Blessing & Chakrabarti, 2009) strukturiert (vgl. Abschnitt 3.4). Darüber hinaus wird die Methode inkrementell anhand von neun Validierungsiterationen entwickelt.

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage und um ein tiefgreifendes Verständnis der Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung zu erhalten sowie das Zielsystem der Methode zu konkretisieren, werden drei Studien in der ersten deskriptiven Studie durchgeführt. Abbildung 7.2 zeigt das dreigeteilte Vorgehen sowie die Ziele und wichtigsten Ergebnisse.



Abbildung 7.2: Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der drei empirischen Studien der Deskriptiven Studie I zur Definition der Charakteristika der standortverteilten Produktentwicklung

Die erste Studie der deskriptiven Studie I liefert 24 mögliche Ursachen von Herausforderungen in standortverteilten Produktentwicklungsaktivitäten. Diese werden zu sechs Kritikalitätsfaktoren zusammengefasst:

- Digitale Infrastruktur
- Planung und Prozesse
- Entwicklungsteam
- Entwicklungsaufgabe
- Ressourcenverfügbarkeit
- Kommunikation und Wissenstransfer

Die Kritikalitätsfaktoren dienen als Indikatoren von möglichen negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Produktentwicklung. Zusätzlich wird festgestellt, dass auf die Aktivität *Ideen finden* ein überdurchschnittlich negativer Effekt wirkt. Die einzige Aktivität, auf die ein überdurchschnittlich positiver Effekt wirkt, wird hingegen für die Aktivität *Wissen managen* analysiert.

In der zweiten Studie werden die zehn Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung identifiziert, welche, beschrieben durch 76 erfolgsrelevante Einflussfaktoren, einen entscheidenden Einfluss auf den Erfolg von standortverteilten Produktentwicklungsprozessen aufweisen und damit als Stellhebel zum Entgegenwirken der Ursachen negativer Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität dienen (vgl. Abbildung 7.3).

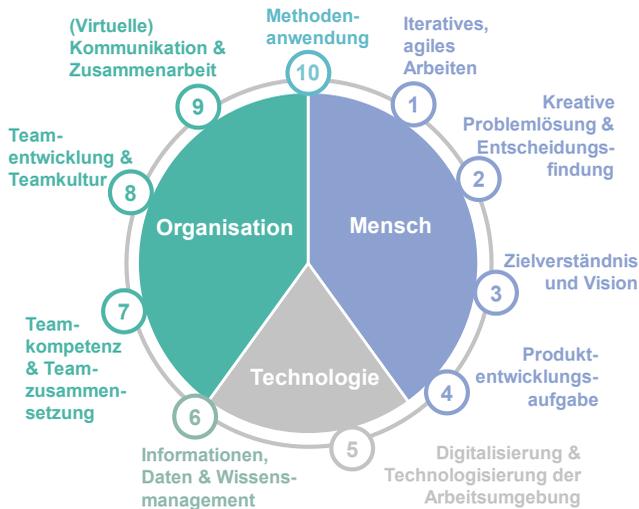


Abbildung 7.3: Die 10 Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung zugeordnet zu den Gestaltungsdimensionen *Mensch*, *Technologie* und *Organisation*. Übersetzte und angepasste Darstellung nach Duehr et al. (2021)

Zu erkennen ist, dass viele Handlungsfelder und deren Einflussfaktoren, die zum Erfolg standortverteilter Produktentwicklungsprozesse beitragen, in den Gestaltungsdimensionen *Mensch* und *Organisation* aufzufinden sind. Deutlich weniger Einflussfaktoren finden sich in der Dimension *Technologie* wieder.

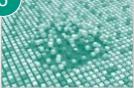
Die dritte Studie der deskriptiven Studie I liefert 16 Zielsystemelemente bestehend aus Zielen der Methode und Anforderungen an die Methode, die Produktentwicklungsteams dazu befähigt, Verbesserungspotenziale ihrer standortverteilten Zusammenarbeit zu identifizieren und zu erschließen, um damit mögliche negative Auswirkungen zu minimieren. Allen Zielsystemelementen wird eine homogene hohe Relevanz durch die Studienteilnehmenden zugewiesen, weshalb in der Methodenentwicklung alle 16 Zielsystemelemente berücksichtigt werden. Die in Abbildung 7.4 dargestellten fünf Zielsystemelemente werden als besonders relevant eingeschätzt.



Abbildung 7.4: Die fünf als besonders relevant eingeschätzten Zielsystemelemente der Methode

Die zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage in der präskriptiven Studie entwickelte EDiT-Methode (Enabling Distributed Teams) hat zum Ziel, Produktentwicklungsteams zu befähigen, Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung zu identifizieren und zu erschließen. Abbildung 7.5 zeigt das Vorgehen sowie die Ziele und wichtigsten Ergebnisse bei der Entwicklung der EDiT-Methode.

5



FF2:
Methode zur Befähigung von
Produktentwicklungsteams zur Verbesserung der
standortverteilten Zusammenarbeit



**Präskriptive
Studie**

Ziele:

Maßnahmen zur Umsetzung
der Zielsystemelemente
in der Entwicklung der Methode

Nr.	Anforderungen an die Methode	Elemente und Maßnahmen
E1	Die EDiT-Methode unterstützt die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams.	Struktur der Methode basiert auf der SPALTEN Problemlösungsmethode und der Verwendung der Konzepte der Kritikalitätsfaktoren und Handlungsleiter der standortverteilten Produktentwicklung.
E2	Die EDiT-Methode beeinflusst das Aufwand/Nutzen-Verhältnis des standortverteilten Zusammenarbei positiv.	Unterstützung bei der Auswahl der Maßnahmen mit dem besten Aufwand/Nutzen-Verhältnis in der Aktivität „Definition von Maßnahmen“. Zusätzlich wird in der Aktivität „Evaluation der Verbesserung“ der Aufwand gegen den Nutzen der Methode bewertet.
E3	Die EDiT-Methode verbessert die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	Verwendung des Konzepts der Kritikalitätsfaktoren, das Faktoren integriert, welche die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Produktentwicklung beeinflussen.
E4	Die EDiT-Methode verbessert die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams.	Verwendung des Konzepts der Kritikalitätsfaktoren, das Faktoren integriert, welche die Effizienz und Effektivität der standortverteilten Produktentwicklung beeinflussen.

Vorgehen:

Analyse der Zielsystemelemente der Methode
und Ableitung von Maßnahmen für
Methodenentwicklung

EDiT-Methode – Enabling Distributed Teams

S P	A L	T	E	N
Situationsinformationen	Informationsinformationen	Entscheidungsinformationen		Best-Practice
Phase 1 Potential-Analyse	Phase 2 Maßnahmen-Definition	Phase 3 Maßnahmen- Umsetzung	Phase 4 Maßnahmen- Evaluation	
Identifikation von kritischen Aktivitäten aufgrund Effizienz- und Effektivitätsverlusten sowie Identifikation von Verbesserungspotenzialen	Analyse der Verbesserungspotenziale und Definition von Maßnahmen	Umsetzung der Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale	Evaluation der Verbesserungsmaßnahmen sowie der Methodenanwendung, Nachbieren und Lernen	
 <small>Projekt Maßnahmen</small> <small>Transparenz Organisations- strukturen</small> <small>Daily</small>	 <small>Analyse v aktiv</small> <small>MR</small> <small>Video an</small>	 <small>vorher</small> <small>nachher</small>	 <small>0 9,10</small> <small>0 1,13</small>	

Entwicklung der Methode durch die Integration
der abgeleiteten Maßnahmen

Abbildung 7.5: Ziel, Vorgehen und Ergebnisse der Präskriptiven Studie zur Entwicklung der EDiT-Methode

Zunächst wird eine umfassende Analyse der bisher generierten Erkenntnisse über die zu entwickelnde Methode aus der Analyse des theoretischen Hintergrunds, der Zielsetzung dieser Arbeit sowie der Analyse des Zielsystems durchgeführt. Die Erkenntnisse sind in einem konkretisierten Zielsystem in Abbildung 7.6 zusammengefasst.

Verwendungszweck

Unterstützung standortverteilter Produktentwicklungs-Teams (= PE -Teams), die eine Verbesserung ihrer standortverteilten Zusammenarbeit anstreben

Vorgehensweise

Durchführung der Aktivitäten der vier aufeinanderfolgenden Phasen, wobei die Aktivitäten von den Teams situationsabhängig auf verschiedene Arten und iterativ durchgeführt werden können

Repräsentation

Identifizierte Verbesserungspotenziale und Maßnahmen zur Erschließung der Maßnahmen sowie deren Evaluation

Kernidee

Befähigung standortverteilter PE-Teams zur Identifizierung und Erschließung von Verbesserungspotenzialen in ihrer Zusammenarbeit basierend auf den Kritikalitätsfaktoren und erfolgsrelevanten Einflussfaktoren der standortverteilten PE

Werkzeug

Online Leitfaden als zentrales Werkzeug zur Unterstützung der situationsadäquaten Anwendung der EDiT-Methode

Abbildung 7.6: Konkretisiertes Zielsystem mit Elementen der Methode und deren Beziehungen. Darstellung aus Albers et al. (2022), Übersetzung nach Zech (2022)¹

Darauf aufbauend werden die identifizierten Zielsystemelemente der EDiT-Methode in Elemente und Maßnahmen, wie bspw. die Unterteilung der EDiT-Methode in vier Phasen, überführt. Anschließend wird die EDiT-Methode iterativ entwickelt. Die EDiT-Methode besteht aus vier Phasen (vgl. Abbildung 7.7) und unterstützt einen auf die standortverteilte Produktentwicklung ausgelegten Problemlösungsprozess entlang der SPALTEN-Methode zur kontinuierlichen Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung.

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

SP	AL	T	E	N
Situationsinformationen	Lösungs- informationen	Entscheidungsinformationen		Best-Practice
Phase 1 Potenzial-Analyse	Phase 2 Maßnahmen-Definition		Phase 3 Maßnahmen- Umsetzung	Phase 4 Maßnahmen- Evaluation
Identifikation von kritischen Aktivitäten aufgrund Effizienz- und Effektivitätsverlusten sowie Identifikation von Verbesserungspotenzialen	Analyse der Verbesserungspotenziale und Definition von Maßnahmen		Umsetzung der Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale	Evaluation der Verbesserungsmaßnahmen sowie der Methodenanwendung, Nachbereiten und Lernen
				

Abbildung 7.7: Übersicht EDiT-Methode anhand der Phasen und Zuordnung zu SPALTEN-Schritten inkl. beispielhafte Ergebnisse der Anwendung

Ziel der **ersten Phase** der EDiT-Methode ist es, potenziell kritische Aktivitäten zu identifizieren und Verbesserungspotenziale als Potenzialfelder für die Anwendung der EDiT-Methode zu definieren.

Ziel der **zweiten Phase** ist es, auf Basis der in den Potenzialfeldern identifizierten Problemursachen Maßnahmen zur Erschließung der Verbesserungspotenziale zu identifizieren.

Ziel der **dritten Phase** ist die für die Entwicklungssituation individuelle Umsetzung von Maßnahmen zur Erschließung der identifizierten und ausgewählten Verbesserungspotenziale.

Ziel der **vierten Phase** ist die Bewertung der Verbesserungsmaßnahmen, der Anwendung der Methode und der Erfüllung der Zielsystemelemente, einschließlich eines Nachbereitens und Lernens.

Zentrale Bestandteile der EDiT-Methode sind die in der ersten deskriptiven Studie identifizierten Kritikalitätsfaktoren (Phase 1) und Handlungsfelder der standortverteilten Produktentwicklung (Phasen 1,2 und 4), die Zielsystemelemente

der Methode (Phase 4) sowie eine beispielhafte Zusammenstellung messbarer Variablen zur Evaluation der Methodenanwendung (Phasen 2 und 4).

Um die situationsgerechte Anpassung und nutzerzentrierte Anwendung der EDiT-Methode zu unterstützen, wird die Methode in einem [Leitfaden](#) umgesetzt. Der Leitfaden bietet Zugang zu vier Anwendungsvarianten als beispielhafte Orientierung:

- Anwendungsvariante 1: Spiel Team Space,
- Anwendungsvariante 2: Workshops,
- Anwendungsvariante 3: Retrospektive und
- Anwendungsvariante 4: Individuelle Tools.

Der Leitfaden befähigt zur Auswahl der geeignetsten Variante und bietet darüber hinaus Zugang zu weiterführenden Materialien zur Unterstützung der Methodenanwendung. Die Vorstellung der EDiT-Methode erfolgt entlang der beispielhaften Anwendung der EDiT-Methode bei TRUMPF Werkzeugmaschinen SE + Co. KG.

Zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage ist das Ziel der zweiten deskriptiven Studie die Analyse des Beitrags, den die Anwendung der entwickelten EDiT-Methode leistet. Dazu wird die EDiT-Methode iterativ in unterschiedlichen Reifegraden sowie in den drei Validierungsumgebungen Feld, Live-Lab und Labor (vgl. Abbildung 7.8) in insgesamt neun Validierungsiterationen angewendet und weiterentwickelt.

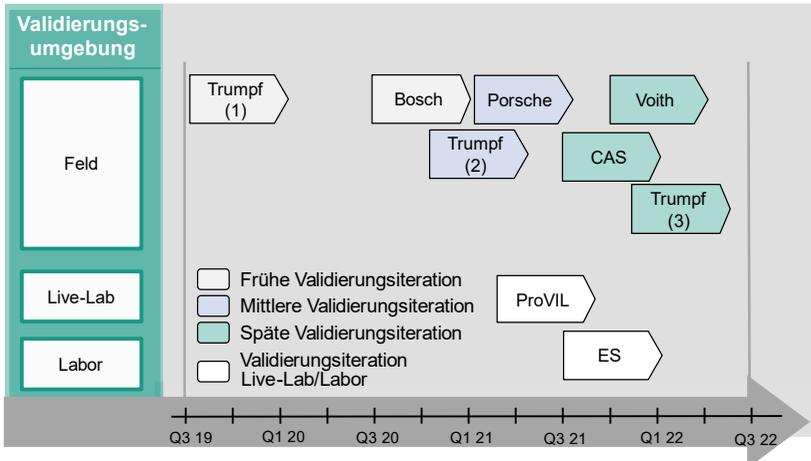


Abbildung 7.8: Zeitliche Einordnung der Validierungsiterationen über die drei Validierungsumgebungen Feld, Live-Lab und Labor. Feldstudien jeweils unterteilt in frühe, mittlere und späte Validierungsiterationen

Fünf Schlüsselergebnisse werden zur Auswertung des Beitrags der Anwendung der EDiT-Methode in den Validierungsiterationen analysiert:

- Schlüsselergebnis 1: Anwendung und Ergebnisse der Validierungsiterationen
- Schlüsselergebnis 2: Identifikation individueller Verbesserungspotenziale
- Schlüsselergebnis 3: Erschließung individueller Verbesserungspotenziale
- Schlüsselergebnis 4: Effekt der Methode durch Vergleich der Test- und Kontrollgruppen
- Schlüsselergebnis 5: Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode

Das erste Schlüsselergebnis ist die Darstellung der Anwendung der EDiT-Methode in den Validierungsiterationen und die einhergehenden Weiterentwicklungen der EDiT-Methode. Die Anwendung und deren Ergebnisse werden für alle Validierungsiterationen in einem Steckbrief festgehalten (vgl. Abbildung 7.9). Aufbauend auf den Erkenntnissen der Methodenanwendung werden in allen Anwendungen Verbesserungspotenziale der EDiT-Methode identifiziert und umgesetzt, um eine inkrementelle Entwicklung und Verbesserung der EDiT-Methode zu erzielen.

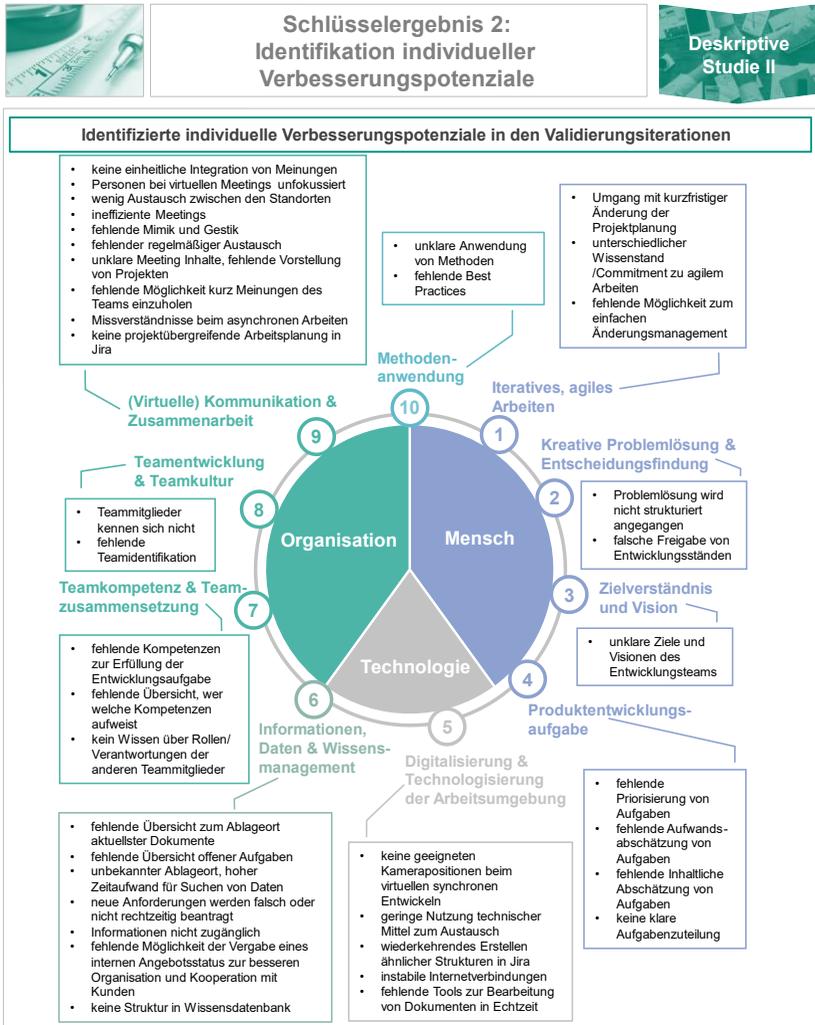


Abbildung 7.10: Übersicht über Schlüsseergebnis 2: Identifizierte Verbesserungspotenziale in den Validierungsiterationen in allen Handlungsfeldern der standortverteilten Produktentwicklung

Das zweite Schlüsselergebnis ist der Nachweis, dass durch die Anwendung der EDiT-Methode individuelle Verbesserungspotenziale zu identifizieren sind. Die Auswertung der Verbesserungspotenziale zeigt, dass in allen Validierungsiterationen Verbesserungspotenziale identifiziert werden. Abbildung 7.10 gibt eine Übersicht über Schlüsselergebnis 2.

Das dritte Schlüsselergebnis ist der Nachweis, dass durch die Anwendung der EDiT-Methode individuelle Verbesserungspotenziale erschlossen werden (vgl. Abbildung 7.11).



**Schlüsselergebnis 3:
Erschließung individueller
Verbesserungspotenziale**



Deskriptive
Studie II

Effekt der EDiT-Methode durch Vergleich von Test - und Kontrollgruppen					
	Validierungs- umgebung	Teilnehmende [n]	Verbesserung im $\bar{\sigma}$	Signifikanz p	Effektstärke r
Kontroll- gruppe	Entwicklungs- simulator	5	0,50	0,32	-
	ProVIL	5	0,25	0,18	-
Testgruppe	Entwicklungs- simulator	10	0,60	0,66	-
	ProVIL	10	0,65	0,01	0,81
	Feld	60	0,54	0,00	0,73

Abbildung 7.11: Übersicht über Schlüsselergebnis 3: Erschließung individueller Verbesserungspotenziale zeigt signifikante Verbesserungen in der realitätsnahen Umgebung ProVIL und im Feld

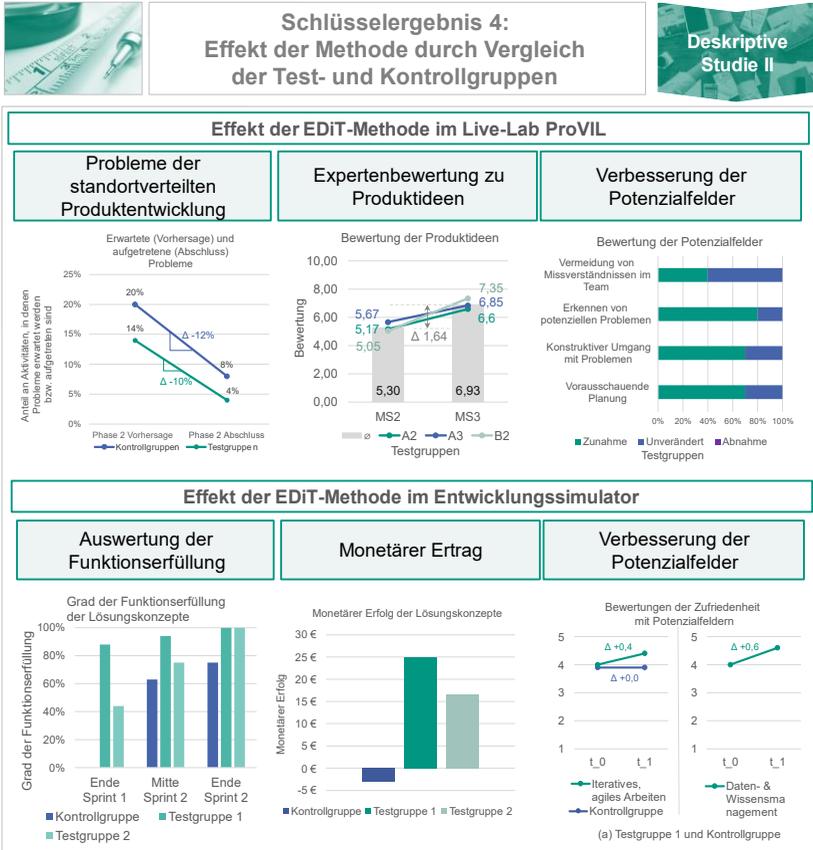
Die Auswertung bestätigt die Annahme, dass die Anwendung der EDiT-Methode einen positiven Effekt auf die Erschließung von Verbesserungspotenzialen aufweist. Zum Nachweis, ob die erschlossenen Verbesserungspotenziale signifikant sind, wird die Verbesserung in den Potenzialfeldern durch die Bewertung der Potenzialfelder vor und nach der Anwendung der EDiT-Methode je Validierungsiteration analysiert. Zusätzlich werden die Effekte der EDiT-Methode durch den Vergleich von Test- und Kontrollgruppen im Live-Lab ProVIL und in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators ausgewertet. Bei der Auswertung der Testgruppen im Feld werden Daten von 60 Teilnehmenden aus fünf

Validierungsiterationen analysiert. Trotz der nicht signifikanten statistischen Relevanz im Vergleich zwischen den Test- und Kontrollgruppen im Entwicklungssimulator und im Live-Lab ProVIL zeigt die Anwendung der EDiT-Methode in den Testgruppen des Live-Labs und vor allem in den Validierungsiterationen im Feld statistische signifikante Verbesserungen in den Potenzialfeldern.

Das vierte Schlüsselergebnis ist der detaillierte Nachweis des positiven Effekts der EDiT-Methode auf die Verbesserung der Zusammenarbeit durch den Vergleich der Ergebnisse der Test- und Kontrollgruppen im Live-Lab ProVIL und in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators. Je Validierungsumgebung werden drei Ergebnisse zwischen den Test- und Kontrollgruppen verglichen. Abbildung 7.12 gibt eine Übersicht über Schlüsselergebnis 4.

Im Live-Lab ProVIL werden die drei Ergebnisse *Vorhersage und Eintreten von Problemen der standortverteilten Produktentwicklung, Expertenbewertung der Produktideen* und *Verbesserung in den Potenzialfeldern* zur Auswertung verwendet. Der Vergleich der Vorhersage von Problemen der standortverteilten Produktentwicklung mit dem tatsächlichen Auftreten der Probleme zeigt, dass die Anwendung der EDiT-Methode zu einer deutlichen Unterstützung der Vorhersage von Problemen in der standortverteilten Zusammenarbeit der Produktentwicklung führt und zusätzlich auch unterstützt, die erwarteten Probleme zu minimieren. Die Expertenbewertung der Produktideen hinsichtlich der Kriterien *Produktattraktivität, Machbarkeit* und *Wirtschaftlichkeit* zeigt, dass durch die Anwendung der EDiT-Methode eine Verbesserung der Bewertung hervorgerufen werden kann. Als drittes Ergebnis zeigt die Verbesserung in den identifizierten Potenzialfeldern, dass die Anwendung der EDiT-Methode zu einer Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung bei den ProVIL-Teams führt.

In der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators werden die drei Ergebnisse *Auswertung der Funktionserfüllung der Lösungskonzepte, Monetärer Ertrag der Lösungskonzepte* und *Verbesserung in den Potenzialfeldern* verwendet. Die Analyse der Auswertung der Funktionserfüllung der Lösungskonzepte zeigt, dass lediglich die Testgruppen, die die EDiT-Methode im Verlauf des Entwicklungssimulators angewendet haben, eine vollständige Funktionserfüllung am Ende des Entwicklungssimulators erzielen können. Die Auswertung des erzielten monetären Ertrags durch die Lösungskonzepte zeigt, dass die Anwendung der EDiT-Methode einen positiven Effekt auf den erzielten monetären Ertrag der Testgruppen aufweist. Als drittes Ergebnis zeigt die Verbesserung in den Potenzialfeldern, dass ein positiver Effekt der EDiT-Methode auf die zur Verbesserung ausgewählten Potenzialfelder in den Testgruppen erkennbar ist.





Schlüsselergebnis 5: Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode

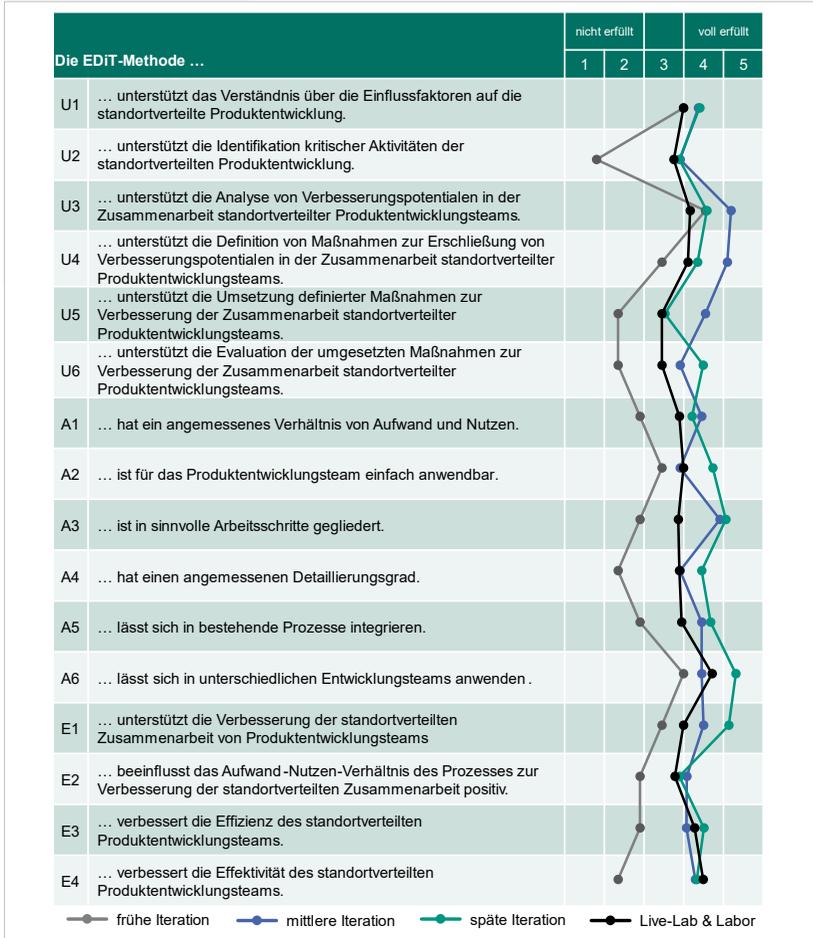


Abbildung 7.13: Übersicht über Schlüsselergebnis 5: Bewertung der Erfüllung der Zielsystemelemente der EDiT-Methode zeigt einen kontinuierlichen Anstieg in den Bewertungen über die Validierungsiterationen hinweg

Die Auswertung zeigt einen kontinuierlichen Anstieg in den Bewertungen der Zielsystemelemente der frühen über die mittleren bis hin zu den späten Validierungsiterationen. Die iterative Vorgehensweise bei der Entwicklung und Validierung der EDiT-Methode unterstützt die kontinuierliche Verbesserung der Methode, in dem nach jeder Validierungsiteration die als nicht erfüllt bewerteten Zielsystemelemente, bei gleichzeitiger Beibehaltung der positiv bewerteten Zielsystemelemente, aktiv angegangen werden.

Zusammenfassend lässt sich damit feststellen, dass durch die Entwicklung der EDiT-Methode und deren Anwendung in der Entwicklungspraxis ein Beitrag zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung geliefert wird. Daher lässt sich die Forschungshypothese dieser Forschungsarbeit verifizieren:

Durch die Anwendung der in dieser Arbeit entwickelten Methode lassen sich individuelle Verbesserungspotenziale der standortverteilten Zusammenarbeit in den Produktentwicklungsaktivitäten innerhalb einer Organisation durch die Analyse der Kritikalität sowie der situationsadäquaten Bestimmung der geeigneten Ausprägung erfolgsrelevanter Einflussfaktoren identifizieren und erschließen.

8 Ausblick

Basierend auf den Ergebnissen und Erkenntnissen dieser Forschungsarbeit ergeben sich fünf weiterzuführende Forschungsvorhaben. Diese wurden in den grundlegenden Themenüberblick dieser Arbeit in Abbildung 8.1 eingeordnet.



Abbildung 8.1: Verortung der fünf weiterführenden Forschungsvorhaben

8.1 Adaption von Methoden der kreativen Ideenfindung für den virtuellen Raum

Ein Grundprinzip, auf dem diese Arbeit aufbaut, ist, dass Methoden lediglich ihr volles Potenzial entfalten, wenn sie an die Rand- und Rahmenbedingungen der Entwicklungssituation angepasst werden (Birkhofer et al., 2005). Zusätzlich zu den technischen Herausforderungen, die bei standortverteilter Arbeit auftreten und bereits in Teilen näher untersucht wurden (vgl. Abschnitt 2.3.2), existieren

wesentliche Herausforderungen bei der virtuellen Zusammenarbeit auf psychologischer Ebene. Gerade im Bereich kreativer Aktivitäten werden Methoden benötigt, die das Anforderungsprofil der Entwickelnden an kreative und nachhaltige Problemlösungsprozesse erfüllen. Die Virtualisierung kann sich dabei als verstärkendes Hemmnis für die Ideengenerierung zeigen und damit die Kreativität, vor allem bei größeren standortverteilten Teams, beeinträchtigen (Brucks & Levav, 2022). Die Herausforderung ist, bestehende Methoden so zu adaptieren, dass sie die Anforderungen der Entwickelnden im virtuellen Raum auf organisatorischer, technischer und kognitiver Ebene adressieren. Spezifisch für die Produktentwicklung, die oft haptische Eigenschaften von Prototypen berücksichtigen muss, schließt dies auch Methoden ein, die auf Modalitäten jenseits von visuellen und akustischen Informationen basieren. Um diesen Bedarf zu decken, wurde das Grundlagenforschungsvorhaben „KreAdaptIT – Adaption von Methoden der kreativen Ideenfindung für die virtuelle Produktentwicklung“ bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingereicht. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Meta-Modells zur Unterstützung der bedürfnisorientierten Methodenadaption von Methoden für die (teil-)virtuelle kreative Ideenfindung. Der dabei geschaffene theoretische und empirische Rahmen, der Erfolgs- und Einflussfaktoren der standortverteilten Kreativität herausarbeitet, ermöglicht die systematische Adaption erprobter Methoden der Ideenfindung für die virtuelle Zusammenarbeit. Dieses Vorhaben will dafür a) die Grundlagen schaffen, dazu b) mehrere Kreativitätsmethoden in Struktur und psychologischen Wirkfaktoren zusammentragen, analysieren und hinsichtlich unterschiedlicher Anforderungen bewerten, c) diese Kreativitätsmethoden geeignet für die (teil-)virtuelle Ideenfindung adaptieren und schließlich d) aus den gefundenen Gemeinsamkeiten ein Meta-Modell ableiten (vgl. Abbildung 8.2).

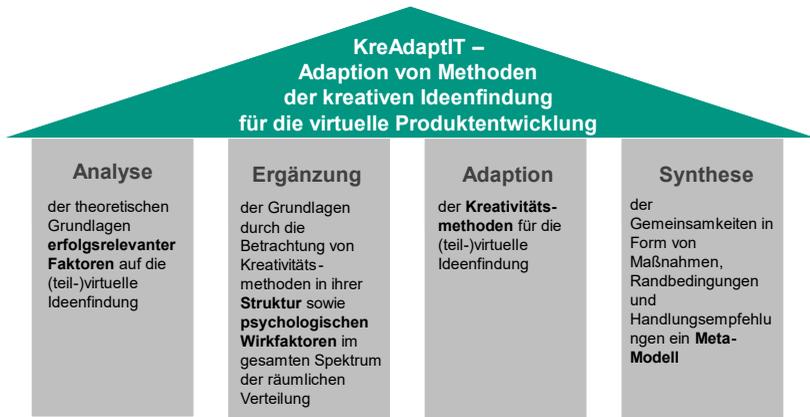


Abbildung 8.2: Angestrebte Ziele des Forschungsvorhabens der Adaption von Methoden der kreativen Ideenfindung für die Anwendung im virtuellen Raum

8.2 Messung des Methodenerfolgs zur Verbesserung der Produktentwicklung

In den Studien der Validierung der EDiT-Methode im Feld ließ sich erkennen, dass eine Weiterverfolgung der Methode stark vom erkennbaren Mehrwert abhängig ist. Der Methodenerfolg in der Entwicklungspraxis wird vor allem basierend auf betriebswirtschaftlichen Kenngrößen bewertet. Dabei steht primär der monetäre Ertrag im Vordergrund. Besonders der Erfolg von Methoden, die die Zusammenarbeit von Entwicklungsteams unterstützen, kann nur schwer und nicht unmittelbar durch diese Kenngrößen bestimmt werden. Es hat sich gezeigt, dass die monetäre Auswirkung dieser Methoden erst nach einer gewissen Anwendungszeit sichtbar wird, und sich eher durch weiche Faktoren, wie z.B. das Teamklima oder die Mitarbeiterzufriedenheit messen lässt. Dieses weiterführende Forschungsvorhaben, zu dem zurzeit zwei Forschungsstudien in der unternehmerischen Entwicklungspraxis laufen, soll dabei unterstützen, die Performanz von Methoden, die im Schwerpunkt die Verbesserung der Zusammenarbeit im Entwicklungsteam adressiert, systematisch und kontinuierlich zu erfassen und eine Integration von „weichen“ und „harten“ Messkriterien herzustellen. Durch die kontinuierliche Messung soll die iterative Weiterentwicklung der angewendeten Methode hin zu einer nachhaltigen Verbesserung der

Zusammenarbeit ermöglicht werden. Abbildung 8.3 visualisiert die Ziele des Forschungsvorhabens.

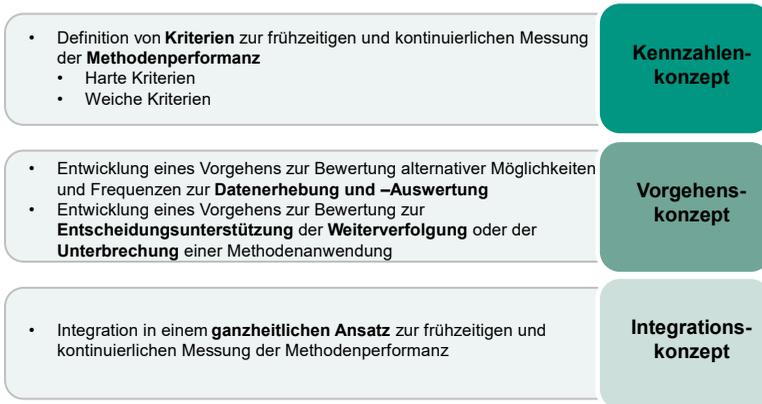


Abbildung 8.3: Ziele des Vorhabens zur frühen und kontinuierlichen Messung der Methodenperformanz

8.3 Strategische Bestimmung des richtigen Ziellevels an Agilität

Agile Methoden und Prozessrahmenwerke wurden in diesem Vorhaben oftmals als Maßnahme zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit herangezogen und bilden zudem ein eigenes Handlungsfeld der standortverteilten Produktentwicklung. Bisherige Forschungsarbeiten beschäftigten sich hierbei zumeist mit der Auswahl passender Methoden und Prozesse und deren Anpassung an den spezifischen betrieblichen Kontext sowie der Operationalisierung im Team im Sinne eines planvollen Managements des Veränderungsprozesses. In dieser Arbeit wurde die Lücke einer vorgelagerten Untersuchung der strategischen Bestimmung des richtigen Ziellevels an Agilität deutlich. Demnach stellt sich die Frage, welche Aktivitäten oder Prozesse der Produktentstehung in einem Unternehmen sinnvoll agil durchgeführt werden sollen, um eine Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der Produktentwicklung zu erreichen. Die Herausforderung besteht hierbei in der situations- und bedarfsgerechten Kombination aus flexiblen und strukturierenden Elementen. Gleichzeitig gilt es, die Randbedingungen des Unternehmens und der Form der Zusammenarbeit (wie bspw. die standortverteilte Zusammenarbeit) zu berücksichtigen. Im Rahmen des

geplanten Forschungsvorhabens wird ein Ansatz erarbeitet, der Produktentwicklungsteams bei der Bestimmung des richtigen Ziellevels an Agilität im Produktentstehungsprozess unterstützt. Abbildung 8.4 zeigt das grundlegende Vorgehen zur Bestimmung des richtigen Ziellevels an Agilität.

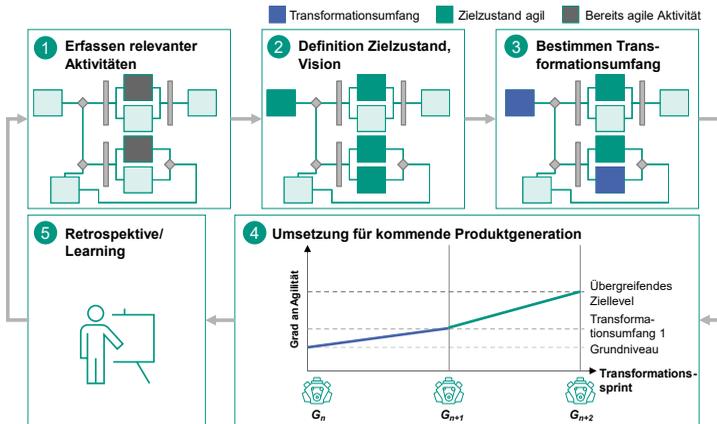


Abbildung 8.4: Vorgehen zur Bestimmung des Ziellevels an Agilität

8.4 Verbesserung der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit

In diesem Forschungsvorhaben wurde die Verbesserung der Zusammenarbeit innerhalb eines Unternehmens untersucht und unterstützt. Werden Unternehmensgrenzen überschritten, kommen zusätzliche Herausforderungen durch bspw. unterschiedliche Organisationsabläufe oder Toolumgebungen auf die standortverteilt zusammenarbeitenden Teams zu. Um eine Extremform dieser organisationsübergreifenden Zusammenarbeit zu untersuchen, adressiert das bewilligte und durch das Horizon Europe geförderte Forschungsvorhaben INDUSAC (INDUSTRY – ACADEMIA) das Ziel, die standortverteilte Zusammenarbeit zwischen Industrie und Hochschulen zu untersuchen und zu verbessern. Dazu wird aufbauend auf der EDiT-Methode ein Vorgehen entwickelt, das die Zusammenarbeit auf die beteiligten Menschen ausrichtet und über den gesamten Produktentstehungsprozess verbessert (vgl. Abbildung 8.5). Das Vorgehen wird durch zwei Hauptkomponenten unterstützt. Zum einen wird eine Methodik entwickelt, die auf einer fundierten Grundlage bereits bestehender Co-Creation-

Ansätze und der EDiT-Methode aufbaut sowie Orientierungshilfen für Studierende, Forschende und Unternehmen bietet. Zum anderen wird eine Online-Plattform entwickelt, die es allen beteiligten Akteuren ermöglicht, sich zu vernetzen, Kontakte zu knüpfen und geeignete organisationsübergreifende Teams für industrielle Herausforderungen (Open Calls) zu bilden, die von Unternehmen vorgestellt werden. Sobald die organisationsübergreifenden Teams gebildet sind, werden den Beteiligten durch das Vorgehen die notwendigen Instrumente zur Verfügung gestellt. Dadurch soll der organisationsübergreifende Produktentstehungsprozess erfolgreich innerhalb von vier bis acht Wochen durchgeführt werden können.

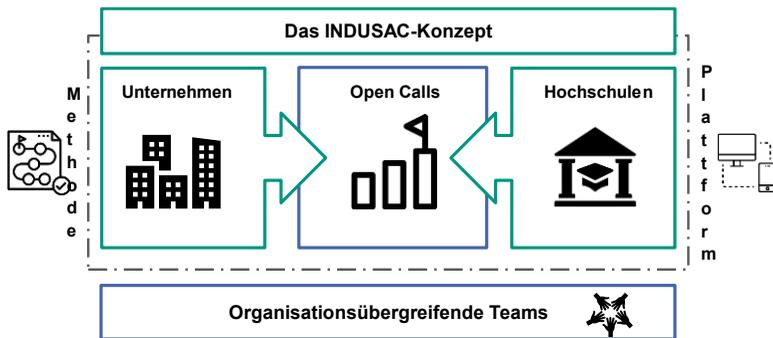


Abbildung 8.5: Das INDUSAC-Konzept zur Verbesserung der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit von Industrie und Hochschulen

8.5 Unterstützung der standortverteilten Zusammenarbeit durch Assistenzsysteme

Das Handlungsfeld *Informationen, Daten und Wissensmanagement* wurde in fast allen Validierungsstudien als nicht zufriedenstellend bewertet. Einer der Gründe dafür ist die Herausforderung, die steigenden Anforderungen an Produkte nachvollziehbar im standortverteilten Produktentstehungsprozess durchgängig zu integrieren, umzusetzen und zu dokumentieren. Gleichzeitig muss diese durchgängige Dokumentation für alle Teammitglieder zugänglich und handhabbar sein. Model-Based Systems Engineering (MBSE) bietet die Möglichkeit, die standortverteilte Entwicklung komplexer Produkte besser zu strukturieren und zu handhaben (Mandel, Behrendt & Albers, 2021). Der manuelle Aufwand bei der Modellerstellung und -überarbeitung sowie bei der Verwendung der zugrunde liegenden Informationen übersteigt oftmals den leistbaren Umfang für Produktentwickelnde. Zudem sind oftmals die benötigten Kompetenzen zum

Umgang mit den MBSE Tools bei den Teammitgliedern nicht vorhanden. Daher hat dieses Forschungsvorhaben zum Ziel, Produktentwickelnde im standortverteilten Produktentstehungsprozess technisch und organisatorisch durch (situativ) geeignete Mechanismen der KI bei der durchgängigen Integration, Umsetzung und Dokumentation von Informationen, Daten und Wissen in der Modellbildung zu unterstützen. Anstelle asynchroner, manueller Modellbildung wird dadurch automatisierte, parallele Modellbildung während der standortverteilten Zusammenarbeit ermöglicht, ohne von den Produktentwickelnden zusätzlich Kompetenzen zu fordern. Abbildung 8.6 visualisiert den IST-Zustand sowie den gewünschten SOLL-Zustand, der durch das Forschungsvorhaben erreicht werden soll.

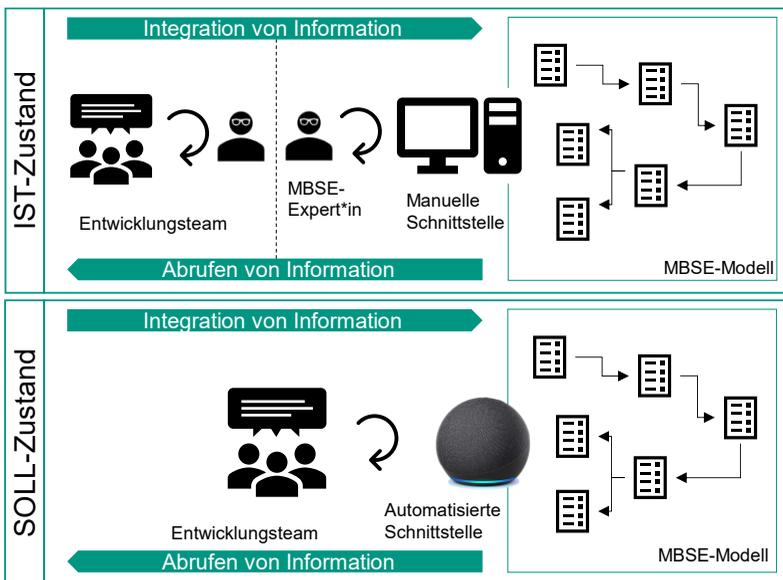


Abbildung 8.6: Unterstützung der Integration und des Abrufens von Informationen bei der Verwendung von MBSE-Modellen im standortverteilten Produktentstehungsprozess

Die in den Abschnitten 8.1 bis 8.5 vorgestellten laufenden und geplanten Forschungsvorhaben zeigen weitere Bedarfe zur Unterstützung und Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in Produktentwicklungsteams auf. Das in dieser Arbeit geschaffene Verständnis ermöglicht die fokussierte Ausrichtung bei der Entwicklung von Prozessen, Methoden und Tools für die standortverteilte

Zusammenarbeit auf die aktuellen Herausforderungen, denen standortverteilte Produktentwicklungsteams gegenüberstehen.

Literaturverzeichnis

- Ahuja, J. (2016). Modelling the Success Factors of Virtual Team. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(48).
<https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i48/105874>
- Alahuhta, P., Nordbäck, E., Sivunen, A. & Surakka, T. (2014). Fostering Team Creativity in Virtual Worlds. *Journal of Virtual Worlds Research*, 7(3).
<https://doi.org/10.4101/jvwr.v7i3.7062>
- Albers, A. (1994). Simultaneous Engineering, Projektmanagement und Konstruktionsmethodik - Werkzeuge zur Effizienzsteigerung. In VDI (Hrsg.), *Entwicklung und Konstruktion im Strukturwandel* (VDI Berichte, Bd. 1120, S. 73–106). Deutscher Konstrukteurtag, Fulda, Germany, 6. und 7. Juni 1994. Düsseldorf: VDI Verlag.
- Albers, A. (2010). Five Hypotheses about Engineering Processes and their Consequences. In I. Horvath, F. Mandorli & Z. Rusak (Hrsg.), *Proceedings of TMCE 2010 Symposium*. Ancona, Italy, 12.-16.04.2010 (Tools and Methods of Competitive Engineering, S. 343–356).
- Albers, A., Basedow, G., Heimicke, J., Marthaler, F., Spadinger, M. & Rapp, S. (2020). Developing a common understanding of business models from the product development perspective. In K. Mpfu & P. Butala (Hrsg.), *Proceedings of the 30th CIRP Design Conference. Enhancing Design Through the 4th Industrial Revolution Thinking*. 05.-08.05.2020 (Procedia CIRP, Bd. 91, S. 875–882). Pretoria, South Africa: Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.03.122>
- Albers, A., Behrendt, M., Klingler, S. & Matros, K. (2016). Verifikation und Validierung im Produktentstehungsprozess. In U. Lindemann (Hrsg.), *Handbuch Produktentwicklung* (S. 541–569). München: Hanser.
- Albers, A. & Bursac, N. (2019, 5. Juli). *IPEK Roundtable: ASD – Agile Systems Design*, Karlsruhe.

- Albers, A., Bursac, N., Scherer, H., Birk, C., Powelske, J. & Muschik, S. (2019). Model-based systems engineering in modular design. *Design Science*, 5. Design Research in Industry. <https://doi.org/10.1017/dsj.2019.15>
- Albers, A., Bursac, N., Walter, B., Hahn, C. & Schröder, J. (2016). ProVIL – Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor. In R. Stelzer (Hrsg.), *Entwerfen Entwickeln Erleben 2016. Beiträge zur virtuellen Produktentwicklung und Konstruktionstechnik*. Dresden, Germany, 31.06.-01.07.2016 (S. 185–198). Dresden: TUDpress.
- Albers, A., Duehr, K., Zech, K. & Rapp, S. (2022). The EDiT method guideline - enabling distributed teams through situation-adequate method application. In N. Anwer (Hrsg.), *Procedia 32th CIRP Design Conference. Design in a Changing World*. Gif-sur-Yvette, France, 28.-30.03.2022 (Procedia CIRP, S. 155–160). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.229>
- Albers, A. & Gausemeier, J. (2012). Von der fachdisziplinorientierten Produktentwicklung zur Vorausschauenden und Systemorientierten Produktentstehung. In R. Anderl, M. Eigner, U. Sendler & R. Stark (Hrsg.), *Smart Engineering. Interdisziplinäre Produktentstehung* (acatech DISKUSSION, April 2012, S. 17–29). Berlin: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29372-6_3
- Albers, A., Heimicke, J., Müller, J. & Spadinger, M. (2019). Agility and its Features in Mechatronic System Development: A Systematic Literature Review. In *ISPIM Innovation Conference. Celebrating Innovation: 500 Years Since daVinci*. Florenz, Italy, 16.-19.06.2019 .
- Albers, A., Heimicke, J., Spadinger, M., Degner, N. & Duehr, K. (2019). The Product Developer in the Centre of Product Development: A Systematic Literature Review on Describing Factors. In The Design Society (Hrsg.), *Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19)*. Delft, The Netherlands, 05.-08.08.2019 (Proceedings of the Design Society, Bd. 1, S. 1843–1852). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.190>
- Albers, A., Heimicke, J., Spadinger, M., Reiß, N., Breitschuh, J., Richter, T. et al. (2019). A systematic approach to situation-adequate mechatronic system development by ASD - Agile Systems Design. In G. D. Putnik (Hrsg.), *29th CIRP Design Conference 2019*. Póvoa de Varzim, Portugal, 08.-10.05.2019

- (Procedia CIRP, Bd. 84, S. 1015–1022). Amsterdam: Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.312>
- Albers, A., Heimicke, J., Walter, B., Basedow, G., Reiß, N., Heitger, N. et al. (2018). Product Profiles: Modelling customer benefits as a foundation to bring inventions to innovations. In F. Laroche & A. Bernard (Hrsg.), *28th CIRP Design Conference 2018*. Nantes, France, 23.-25.05.2018 (Procedia CIRP, Bd. 70, S. 253–258). Amsterdam: Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.044>
- Albers, A., Lohmeyer, Q. & Ebel, B. (2011). Dimensions of objectives in interdisciplinary product development projects. In S. J. Culley, B. J. Hicks, T. C. McAloone, T. J. Howard & Y. Reich (Hrsg.), *DS 68-1: Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11). Impacting Society through Engineering*. Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15.-19. 08.2011 (ICED, Bd. 2, S. 256–265).
- Albers, A., Reiß, N., Bursac, N. & Breitschuh, J. (2016). 15 Years of SPALTEN Problem Solving Methodology in Product Development. In C. Boks, J. Sigurjonsson, M. Steinert, C. Vis & A. Wulvik (Hrsg.), *DS 85-1: Proceedings of NordDesign 2016*. Trondheim, Norwegen, 10.-12.08.2016 (NordDesign, S. 411–420).
- Albers, A., Reiss, N., Bursac, N. & Richter, T. (2016). iPeM – Integrated Product Engineering Model in Context of Product Generation Engineering. In L. Wang & T. Kjellberg (Hrsg.), *26th CIRP Design Conference*. Stockholm, Sweden, 15.-17.06.2016 (Procedia CIRP, Bd. 50, S. 100–105). Amsterdam: Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.168>
- Albers, A., Reiss, N., Bursac, N., Urbanec, J. & Lüdcke, R. (2014). Situation-Appropriate Method Selection in Product Development Process – Empirical Study of Method Application. In M. Laakso & K. Ekman (Hrsg.), *DS 81: Proceedings of NordDesign 2014 Conference. Creating Together*. Espoo, Finland, 27.-29.08.2014 (NordDesign, S. 550–559).
- Albers, A., Saak, M. & Burkardt, N. (2002). Gezielte Problemlösung bei der Produktentwicklung mit Hilfe der SPALTEN-Methode. In *47. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium*. Ilmenau, Germany, 23.-26.09.2002 (S. 83–84).
- Albers, A., Walter, B., Wilmsen, M. & Bursac, N. (2018). Live-Labs as real-world validation environments for design methods. In D. Marjanović, M. Storga, S.

- Skec, Bojčević N & Pavković N (Hrsg.), *DS92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*. Dubrovnik, Croatia, 21.-24.05.2018 (DESIGN, S. 13–24). Glasgow: The Design Society.
<https://doi.org/10.21278/idc.2018.0303>
- Albers, A., Weissenberger-Eibl, M., Duehr, K., Zech, K. & Seus, F. (2020). Literature-based identification of success-relevant influencing factors of distributed product development. In K. Mpofu & P. Butala (Hrsg.), *Proceedings of the 30th CIRP Design Conference. Enhancing Design Through the 4th Industrial Revolution Thinking*. 05.-08.05.2020 (Procedia CIRP, Bd. 91, S. 415–420). Pretoria, South Africa: Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.11.007>
- Albers, A. & Wintergerst, E. (2014). The Contact and Channel Approach (C&C²-A): relating a system's physical structure to its functionality. In A. Chakrabarti & L. T. M. Blessing (Hrsg.), *An Anthology of Theories and Models of Design: Philosophy, Approaches and Empirical Explorations* (S. 151–171). London: Springer London.
- Ammersdörfer, T., Tartler, D., Kauffeld, S. & Inkermann, D. (2022). Reflection Canvas – An Approach to Structure Reflection Activities in Engineering Design. In *Proceedings of NordDesign 2022*. Lyngby, Denmark, 16.-19.08.2022 (NordDesign). <https://doi.org/10.35199/NORDDDESIGN2022.29>
- Anderl, R., Lindemann, U., Thomson, B., Gaul, H.-D., Gierhardt, H. & Ott, T. (1999). Investigation of Distributed Product Design and Development Processes. In The Design Society (Hrsg.), *11th International Conference on Engineering Design (ICED)*. Munich, Germany, 24.-26.08.1999 .
- Atzberger, A., Nicklas, S. J., Schrof, J., Weiss, S. & Paetzold, K. (2020). *Agile Entwicklung physischer Produkte*. Neubiberg, Deutschland: Universität der Bundeswehr München. https://doi.org/10.18726/2020_5
- Atzberger, A. & Paetzold, K. (2019). Current Challenges of Agile Hardware Development: What are Still the Pain Points Nowadays? In The Design Society (Hrsg.), *Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19)*. Delft, The Netherlands, 05.-08.08.2019 (Proceedings of the Design Society, Bd. 1, S. 2209–2218). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.227>

- Badke-Schaub, P. & Frankenberger, E. (1999). Analysis of design projects. *Design Studies*, 20(5), 465–480. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(99\)00017-4](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(99)00017-4)
- Bahli, B. & Abou Zeid, E. S. (2005). The Role of Knowledge Creation in Adopting Extreme Programming Model: An Empirical Study. In M. A. Salem & M. T. El-Hadidi (Hrsg.), *ITI 3rd International Conference on Information & Communications Technology (ICT 2005). Enabling technologies for the new knowledge society*. Cairo, Egypt, 05.12.2005 (S. 75–87). Piscataway, N.J.: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITICT.2005.1609616>
- Banker, R. D., Bardhan, I. & Asdemir, O. (2006). Understanding the Impact of Collaboration Software on Product Design and Development. *Information Systems Research*, 17(4), 352–373. <https://doi.org/10.1287/isre.1060.0104>
- Baschin, J., Inkermann, D. & Vietor, T. (2019). Agile Process Engineering to support Collaborative Design. In G. D. Putnik (Hrsg.), *29th CIRP Design Conference 2019*. Póvoa de Varzim, Portugal, 08.-10.05.2019 (Procedia CIRP, Bd. 84, S. 1035–1040). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.05.010>
- Bavendiek, A.-K., Huth, T., Inkermann, D., Paulsen, H., Vietor, T. & Kauffeld, S. (2018). COLLABORATIVE DESIGN: LINKING METHODS, COMMUNICATION TOOLS AND COMPETENCIES TO PROCESSES. In D. Marjanović, M. Storga, S. Skec, Bojčević N & Pavković N (Hrsg.), *DS92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*. Dubrovnik, Croatia, 21.-24.05.2018 (DESIGN, S. 149–160). Glasgow: The Design Society. <https://doi.org/10.21278/idc.2018.0420>
- Bavendiek, A.-K., Inkermann, D. & Vietor, T. (2017). Interrelations between processes, methods, and tools in collaborative design - A framework. In The Design Society (Hrsg.), *DS 87-9: Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17). Human Behaviour in Design*. Vancouver, Canada, 21.-25.08.2017 (ICED, Bd. 8, S. 349–358).
- Bavendiek, A.-K., Paulsen, H., Vietor, T. & Kauffeld, S. (2018). Supporting distributed design teams with regard to processes, methods & tools and competencies & qualifications. In P. Ekströmer, S. Schütte & J. Ölvander (Hrsg.), *DS 91: Proceedings of NordDesign 2018*. Linköping, Sweden, 14.-17.08.2018 (NordDesign).

- Bell, B. S. & Kozlowski, S. W. J. (2002). A Typology of Virtual Teams: Implications for Effective Leadership. *Group and Organization Management*, 27(1), 14–49. <https://doi.org/10.1177/1059601102027001003>
- Bertagnolli, F. (2018). *Lean Management. Einführung und Vertiefung in die japanische Management-Philosophie*. Wiesbaden: Springer Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-13124-1>
- Birkhofer, H., Jänsch, J. & Kloberdanz, H. (2005). An extensive and detailed view of the application of design methods and methodology in industry. In A. Samuel & W. Lewis (Hrsg.), *DS 35: Proceedings ICED 05, the 15th International Conference on Engineering Design*. Melbourne, Australia, 15.-18.08.2005 (ICED, S. 276–277).
- Bischoff, S., Aleksandrova, G. & Flachskampf, P. (2011). Open Innovation - Strategie der offenen Unternehmensgrenzen für KMU. In S. Jeschke, I. Isenhardt & K. Henning (Hrsg.), *Automation, Communication and Cybernetics in Science and Engineering 2009/2010* (S. 481–494). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16208-4_43
- Bitkom (Hrsg.). (2020). *Studie zur Digitalisierung der Arbeitswelt*. Zugriff am 13.06.2022. Verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Mehr-als-10-Millionen-arbeiten-ausschliesslich-im-Homeoffice>
- Blessing, L. T. M. & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. London: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-587-1>
- Boehm, B. & Turner, R. (2003). Using risk to balance agile and plan- driven methods. *Computer*, 36(6), 57–66. <https://doi.org/10.1109/MC.2003.1204376>
- Boos, M., Hardwig, T. & Riethmüller, M. (2017). *Führung und Zusammenarbeit in verteilten Teams* (Praxis der Personalpsychologie, Bd. 35). Göttingen: Hogrefe. <https://doi.org/10.1026/02628-000>
- Boutellier, R., Gassmann, O. & Zedtwitz, M. (2008). *Managing Global Innovation. Uncovering the Secrets of Future Competitiveness* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68952-2>

- Braun, T. & Lindemann, U. (2003). Supporting the Selection, Adaptation and Application of Methods in Product Development. In A. Folkesson, K. Gralen, M. Norell & U. Sellgren (Hrsg.), *Proceedings of the 14th International Conference on Engineering Design (ICED'03)*. Stockholm, Sweden, 19.-21.08.2003 (ICED).
- Brucks, M. S. & Levav, J. (2022). Virtual communication curbs creative idea generation. *Nature*, 605(7908), 108–112. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04643-y>
- Bullinger, H.-J., Wörner, K. & Prieto, J. (1997). *Wissensmanagement heute: Daten, Fakten, Trends; Ergebnisse einer Unternehmensstudie des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation in Zsarb. mit dem Manager Magazin*. Stuttgart: Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO. https://doi.org/10.1007/978-3-642-71995-0_2
- Cattell, R. B. (1966). The Scree Test For The Number Of Factors. *Multivariate behavioral research*, 1(2), 245–276. https://doi.org/10.1207/s15327906mbr0102_10
- Chu, C.-H. & Cheng, H.-C. (2005). Business Model Innovation Based on Collaborative Product Development: A Case Study of Taiwan Design Services. *International Journal of Electronic Business Management*, 3(4), 257–269.
- Chu, C.-H., Yuan, G.-X., Cheng, C.-Y. & Wu, C.-W. (2006). Product Information Sharing in Collaborative Product Development With Web-Based 3D Visualization. In *Proceedings of ASME 2006 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. Philadelphia, Pennsylvania, USA, 10.-13.09.2006 (Bd. 3). <https://doi.org/10.1115/DETC2006-99293>
- Chui, M. L. (2002). An organizational view of design communication in design collaboration. *Design Studies*, 2(23), 187–210. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00019-9](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00019-9)
- Cicognani, A. & Maher, M. L. (1997). Models of Collaboration for Designers in a Computer-Supported Environment. In M. L. Maher, Gero J. S. & F. Sudweeks (Hrsg.), *Third International IFIP WG5.2. Workshop on Formal Aspects of Collaborative CAD*. Jenolan Caves, Sydney, Australia, 16.-19.02.1997 (S. 99–108).

- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1992). A Power Primer. *Psychological Bulletin*, (112), 155–159. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.112.1.155>
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: A new tool for managing new products. *Business Horizons*, 33(3), 44–54. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I)
- Cooper, R. G. & Kleinschmidt, E. J. (1987). Success factors in product innovation. *Industrial Marketing Management*, 16(3), 215–223. [https://doi.org/10.1016/0019-8501\(87\)90029-0](https://doi.org/10.1016/0019-8501(87)90029-0)
- Cordero, R. (1990). The measurement of innovation performance in the firm: An overview. *Research Policy*, 19(2), 185–192. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(90\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0048-7333(90)90048-B)
- Cramton, C. D. (2001). The Mutual Knowledge Problem and Its Consequences for Dispersed Collaboration. *Organization Science*, 12(3), 346–371. <https://doi.org/10.1287/orsc.12.3.346.10098>
- Cross, N. (2004). Expertise in design: an overview. *Design Studies*, 25(5), 427–441. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2004.06.002>
- Crossan, M. M. & Apaydin, M. (2010). A Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154–1191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>
- Daft, R. L. & Lengel, R. H. (1984). Information Richness: A New Approach to Managerial Behavior and Organization Design. *Research in Organizational Behavior*, 6, 191–233.
- Dekoninck, E. A. & Brenninkmeijer, C. (2022). Testing Typical Challenges Affecting Idea Sharing in Distributed Design Teams Today. In *Proceedings of the 17th International Design Conference*. 23.-26.05.2022 (DESIGN, Bd. 2, S. 131–140). Cambridge: Cambridge University Press.

- Deming, E. W. (1982). *Out of crisis*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Dennis, A. R. & Valacich, J. S. (1999). Rethinking media richness: towards a theory of media synchronicity. In *Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. Maui, HI, USA, 05.-08.01.1999 (Bd. 8). Washington: IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1999.772701>
- Derby, E. & Larsen, D. (2006). *Agile retrospectives. Making good teams great*. Raleigh, North Carolina: The Pragmatic Bookshelf.
- DIN EN ISO, 9241-11:2018-11 (2018-11). *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In P. Reimann & H. Spada (Eds.), *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science* (Journals of related interest, 1st ed., S. 189–211). Oxford: Pergamon.
- Dörner, D. (1979). *Problemlösen als Informationsverarbeitung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Dorst, K. (2006). Design Problems and Design Paradoxes. *Design Issues*, 3(22), 4–17. <https://doi.org/10.1162/desi.2006.22.3.4>
- Dorst, K. & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. *Design Studies*, 5(22), 425–437. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00009-6)
- Droste, M. (2021). *Der Gesundheits-KVP in der schlanken Produktion. Wirkmodell zur Förderung der psychischen Gesundheit und Prozessverbesserung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-32284-7>
- Duehr, K., Burkhardt, M., Endepols, S., Machauer, T. & Albers, A. (2022). Improving distributed collaboration at Porsche Engineering Services GmbH through the application of the EDiT Method. In N. Anwer (Hrsg.), *Procedia 32th CIRP Design Conference. Design in a Changing World*. Gif-sur-Yvette, France, 28.-30.03.2022 (Procedia CIRP, S. 239–244). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.243>

- Duehr, K., Efremov, P., Heimicke, J., Teitz, E. M., Ort, F., Weissenberger-Eibl, M. et al. (2021). The Positive Impact of Agile Retrospectives on the Collaboration of Distributed Development Teams – a Practical Approach on the Example of Bosch Engineering GmbH. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering Design (ICED21)*. Gothenburg, Sweden, 16.-20.08.2021 (ICED, Bd. 1, S. 3071–3080). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.568>
- Duehr, K., Grimminger, J., Rapp, S. & Bursac, N. (2022). Enabling Distributed Teams - A Process Model for Early and Continuous Method Validation. In *Proceedings of the 17th International Design Conference*. 23.-26.05.2022 (DESIGN, Bd. 2, S. 161–170). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/pds.2022.17>
- Duehr, K., Heimicke, J., Breitschuh, J., Spadinger, M., Kopp, D., Haertenstein, L. et al. (2019). Understanding Distributed Product Engineering: Dealing with Complexity for Situation- and Demand-Oriented Process Design. In G. D. Putnik (Hrsg.), *29th CIRP Design Conference 2019*. Póvoa de Varzim, Portugal, 08.-10.05.2019 (Procedia CIRP, Bd. 84, S. 136–142). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.200>
- Duehr, K., Hettel, V., Nix, B., Dernbach, F., Heimicke, J. & Albers, A. (2022). Evaluation of the Effect of Distributed Collaboration on the Effectiveness and Efficiency of Design Activities. *Journal of Design Research*, submitted.
- Duehr, K., Hirsch, M., Albers, A. & Bursac, N. (2020). A METHODOLOGY TO IDENTIFY AND ADDRESS IMPROVEMENT POTENTIALS IN COMMUNICATION PROCESSES OF DISTRIBUTED PRODUCT DEVELOPMENT – AN INITIAL APPROACH. In *Proceedings of the 16th International Design Conference (DESIGN)*. Cavtat, Croatia, 26.-29.10.2020 (DESIGN, S. 541–550). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsd.2020.35>
- Duehr, K., Hofelich, M., Beck, L. & Albers, A. (2021). A Validation Environment for a method to enable distributed agile product development teams. In *R&D Management Conference 2021. The future of R&D Innovation*. Glasgow, Scotland, 07.-08.07.2021 .
- Duehr, K., Kopp, D., Rapp, S. & Albers, A. (2022). Validating a Design Method to Support Collaboration in Distributed Product Design – What Needs to be

Considered? In *Proceedings of NordDesign 2022*. Lyngby, Denmark, 16.-19.08.2022 (NordDesign). <https://doi.org/10.35199/NORDDDESIGN2022.9>

- Duehr, K., Kopp, D., Walter, B., Spadinger, M. & Albers, A. (2019). Einflussfaktoren in der standortverteilten Produktgenerationsentwicklung. Eine literaturbasierte Momentaufnahme. In R. Stelzer & J. Krzywinski (Hrsg.), *Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2019*. Dresden, Germany, 27.-28.06.2019 (Bd. 1). Dresden: TUDpress Thelem Universitätsverlag & Buchhandlung GmbH & Co. KG.
- Duehr, K., Luft, T., Vierbacher, D. & Ebner, L. (2022). Improving distributed collaboration for the development of advanced systems. In *The XXXIII ISPIM Innovation Conference. Innovating in a Digital World*. Copenhagen, Denmark, 05.-08.06.2022. Lappeenranta, Finnland: LUT Scientific and Expertise Publications.
- Duehr, K., Mai, J., Rapp, S., Albers, A. & Bursac, N. (2023). Validating a method to enable distributed development teams in an engineering simulator. In N. Anwer (Hrsg.), *Procedia 32th CIRP Design Conference. Grand Challenges for Engineering Design*. Sydney, Australia, 17.-19.05.2023 (Procedia CIRP). Amsterdam: Elsevier.
- Duehr, K., Nix, B. & Albers, A. (2020). Charakterisierung der Entwicklungsaufgabe zur methodischen Potentialfindung in der standortverteilten Produktentwicklung. In *18. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2020: Nachhaltige Produktentwicklung: KT 2020* (S. 221–232). Duisburg, Germany, 01.-02.10.2020. Duisburg-Essen, Germany: DuEPublico Duisburg-Essen Publications online.
- Duehr, K., Schiele, A., Mueller, H., Kopp, D., Hofelich, M. & Albers, A. (2021). EDiT – Requirements of Enabling Distributed Collaboration in Product Development Teams. In *The ISPIM Innovation Conference. Innovating Our Common Future*. Berlin, Germany, 20.-23.06.2021. Lappeenranta, Finnland: LUT Scientific and Expertise Publications:
- Dumitrescu, R., Albers, A., Riedel, O., Stark, R. & Gausemeier, J. (Hrsg.). (2021). *Engineering in Deutschland - Status quo in Wirtschaft und Wissenschaft. Ein Beitrag zum Advanced Systems Engineering*. Paderborn. Zugriff am 19.07.2022. Verfügbar unter: <https://www.acatech.de/publikation/engineering-in-deutschland/download-pdf?lang=de>

- Dziallas, M. & Blind, K. (2019). Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. *Technovation*, 80-81, 3–29. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
- Ebel, B. (2015). Modellierung von Zielsystemen in der interdisziplinären Produktentstehung. Dissertation. In A. Albers & S. Matthiesen (Hrsg.), *Forschungsberichte des IPEK - Institut für Produktentwicklung. Systeme, Methoden, Prozesse* (Bd. 85). Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT). <https://doi.org/10.5445/IR/1000048334>
- Ehrlenspiel, K. & Meerkamm, H. (2017). *Integrierte Produktentwicklung. Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. München: Carl Hanser Verlag. <https://doi.org/10.3139/9783446449084>
- Freiherr von Lukas, U. (2002). Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge für die virtuelle Produktentstehung. In *Leitprojekt - integrierte virtuelle Produktentstehung. iViP-Abschlussbericht* (S. 41–44). Stuttgart: Fraunhofer-IRB-Verlag.
- Friedrich, R. & Keil, A. (2017). Verbesserung der Teamleistung bei virtuellen Teams durch das Virtual Team Maturity Model - VTMM®. In Volland, A., Engstler, M., Fazal-Baqaeie, M., Hanser, E., Linssen, O. & Mikusz, M. (Hrsg.), *Projektmanagement und Vorgehensmodelle 2017. Die Spannung zwischen dem Prozess und den Mensch im Projekt* (S. 35–48). Bonn: Gesellschaft für Informatik.
- Garcia, R. & Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), 110–132. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.1920110>
- Gaul, H.-D. (2001). *Verteilte Produktentwicklung. Perspektiven und Modell zur Optimierung*. Dissertation. Technische Universität, München.
- Gerhards, S. & Trauner, B. (2011). *Wissensmanagement: 7 Bausteine für die Umsetzung in der Praxis*. München: Carl Hanser Verlag GmbH Co KG. <https://doi.org/10.3139/9783446426795>
- Gericke, K., Eckert, C. & Stacey, M. (2017). What do we need to say about a design method? In A. Maier, S. Škec, H. Kim, M. Kokkolaras, J. Oehem, G.

- Fadel et al. (Hrsg.), *DS 87-7 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17). Design Theory and Research Methodology*. Vancouver, Canada, 21.-25.08.2017 (ICED, Bd. 7, S. 101–110).
- Gericke, K., Meißner, M. & Paetzold, K. (2013). Understanding the context of product development. In U. Lindemann, S. Venkataraman, Y. Kim, S. Lee, M. Cantamessa & B. Yannou (Hrsg.), *DS 75-3: Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design (ICED13). Design For Harmonies*. Seoul, Korea, 19.-22.08.2013 (Design Organisation and Management, S. 191–200).
- Gibson, C. B. & Gibbs, J. L. (2006). Unpacking the Concept of Virtuality: The Effects of Geographic Dispersion, Electronic Dependence, Dynamic Structure, and National Diversity on Team Innovation. *Administrative Science Quarterly*, (51), 451–495. <https://doi.org/10.2189/asqu.51.3.451>
- Gierhardt, H. (2001). *Global verteilte Produktentwicklungsprojekte. Ein Vorgehensmodell auf der operativen Ebene*. Dissertation. Technische Universität München, München.
- Gimpel, H., Bayer, S., Lanzl, J., Regal, C., Schäfer, R. & Schoch, M. (2020). *Digitale Arbeit während der COVID-19-Pandemie. Eine Studie zu den Auswirkungen der Pandemie auf Arbeit und Stress in Deutschland*. Sankt Augustin: Fraunhofer FIT. <https://doi.org/10.24406/FIT-N-618361>
- González-Ibáñez, R., Haseki, M. & Shah, C. (2013). Let's search together, but not too close! An analysis of communication and performance in collaborative information seeking. *Information Processing & Management*, 49(5), 1165–1179. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2012.12.008>
- Grieb, J. C. (2007). *Auswahl von Werkzeugen und Methoden für verteilte Produktentwicklungsprozesse*. Dissertation. Technische Universität München, München: Verlag Dr. Hut.
- Grots, A. & Pratschke, M. (2009). Design Thinking — Kreativität als Methode. *Marketing Review St. Gallen*, 26(2), 18–23. <https://doi.org/10.1007/s11621-009-0027-4>
- Guérineau, B., Rivest, L., Bricogne, M., Durupt, A. & Eynard, B. (2018). TOWARDS A DESIGN-METHOD SELECTION FRAMEWORK FOR

- MULTIDISCIPLINARY PRODUCT DEVELOPMENT. In D. Marjanović, M. Storga, S. Skec, Bojetic N & Pavkovic N (Hrsg.), *DS92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*. Dubrovnik, Croatia, 21.-24.05.2018 (DESIGN, S. 2879–2890). Glasgow: The Design Society.
- Hacker, W. (2002). *Denken in der Produktentwicklung. Psychologische Unterstützung der frühen Phasen* (Mensch Technik Organisation, Bd. 33). Zürich: vdf Hochschulverlag AG ETH Zürich.
- Hales, C. & Gooch, S. (2004). *Managing Engineering Design*. London: Springer London.
- Hartmann, E. A. (2005). *Arbeitssysteme und Arbeitsprozesse* (Mensch, Technik, Organisation, Bd. 39). Zürich: vdf Hochschulverlag AG ETH Zürich.
- Henderson, R. & Clark, K. B. (1990). Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 9–30.
- Herbsleb, J. D., Mockus, A., Finholt, T. A. & Grinter, R. E. (2000). Distance, dependencies, and delay in a global collaboration. In W. Kellogg (ed.), *Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work*. Dallas, Texas, USA, 15.-18.05.2000 (S. 319–328). New York, United States: Association for Computing Machinery.
<https://doi.org/10.1145/358916.359003>
- Herrmann, T. (2012). *Kreatives Prozessdesign. Konzepte und Methoden zur Integration von Prozessorganisation, Technik und Arbeitsgestaltung*. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Hippel, E. von. (1986). Lead Users: A Source of Novel Product Concepts. *Management Science*, 32(7), 791–805. <https://doi.org/10.1287/mnsc.32.7.791>
- Hofelich, M., Mantel, K. V., Omidvarkarjan, D., Matthiesen, S., Meboldt, M. & Schneider, T. (2021). Attributes of Research Environments for modelling Engineering Simulators for design support validation. In *31st CIRP Design Conference 2021 (CIRP Design 2021). Accelerating Product Development*. Twente, The Netherlands, 19.-21.05.2021 (Procedia CIRP, Bd. 100, S. 678–683). Amsterdam: Elsevier.

- Höge, T. (2019). Workplace flexibility and employee well-being – Proposing a life conduct perspective on subjectified work. *Psychologie des Alltagshandelns / Psychology of Everyday Activity*, (12), 9–19.
- Horwitz, F. M., Bravington, D. & Silvis, U. (2006). The promise of virtual teams: identifying key factors in effectiveness and failure. *Journal of European Industrial Training*, 30(6), 472–494.
<https://doi.org/10.1108/03090590610688843>
- Hossain, E., Babar, M. A. & Paik, H. (2009). Using Scrum in Global Software Development: A Systematic Literature Review. In *Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering, 2009. ICGSE 2009*. Limerick, Irland, 13.-16.07.2009 (S. 175–184). Washington: IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICGSE.2009.25>
- Imai, M. (1986). *Kaizen. (Ky'zen : the key to Japan's competitive success*. New York: McGraw-Hill.
- Inkermann, D., Gürtler, M. & Seegrün, A. (2020). RECAP – A FRAMEWORK TO SUPPORT STRUCTURED REFLECTION IN ENGINEERING PROJECTS. In *Proceedings of the 16th International Design Conference (DESIGN)*. Cavtat, Croatia, 26.-29.10.2020 (DESIGN, Bd. 1, S. 597–606). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsd.2020.99>
- Inkermann, D., Lembeck, H., Brandies, A. & Vietor, T. (2019). REFLECTION IN AGILE LEARNING-TEACHING PROCESSES. In E. Bohemia, A. Kovacevic, L. Buck, R. Brisco, D. Evans, H. Grierson et al. (Hrsg.), *DS 95: Proceedings of the 21st International Conference on Engineering and Product Design Education (E&PDE 2019)*. University of Strathclyde, Glasgow, 12.-13.09.2019 (E&PDE). <https://doi.org/10.35199/epde2019.79>
- IPEK. (2022a). *Glossar der KaSPro*. Zugriff am 05.05.2022. Verfügbar unter: https://www.ipek.kit.edu/mkl/index.php?title=Standortverteilte_Produktentwicklung
- IPEK. (2022b). *Glossar der KaSPro*. Zugriff am 05.05.2022. Verfügbar unter: <https://www.ipek.kit.edu/mkl/index.php?title=Produktprofil>
- IPEK. (2022c). *Glossar der KaSPro*. Zugriff am 05.05.2022. Verfügbar unter: <https://www.ipek.kit.edu/mkl/index.php?title=Innovation>

- Isaksson, O., Eckert, C., Borgue, O., Hallstedt, S. I., Hein, A. M., Gericke, K. et al. (2019). Perspectives on Innovation: The Role of Engineering Design. In The Design Society (Hrsg.), *Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19)*. Delft, The Netherlands, 05.-08.08.2019 (Proceedings of the Design Society, Bd. 1, S. 1235–1244). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.129>
- Ivanov, P. (2017). *Powerteams ohne Grenzen. Eine Geschichte über virtuelle Teams und wie sie die Welt verändern* (Dein Business, Bd. 458). Offenbach: GABAL-Verlag GmbH.
- Jackwerth-Rice, T. & Horvat, D. (2021). *Auswirkungen der Corona-Krise auf betriebliche Transformationsprozesse in produzierenden Unternehmen: Begleitforschung* (Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Hrsg.) (Forschungsbericht / Bundesministerium für Arbeit und Soziales, FB580/2 2). Berlin. Zugriff am 19.07.2022. Verfügbar unter: <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/75733>
- Jou, Y. T., Chen, C. H., Hwang, C. H., Lin, W. T. & Huang, S. J. (2010). A study on the improvements of new product development procedure performance—an application of design for Six Sigma in a semi-conductor equipment manufacturer. *International Journal of Production Research*, 48(19), 5573–5591. <https://doi.org/10.1080/00207540903119176>
- Karlström, D. & Runeson, P. (2005). Combining Agile Methods with Stage-Gate Project Management. *IEEE Software*, (22), 43–49. <https://doi.org/10.1109/ms.2005.59>
- Kern, E.-M. (2016). Verteilte Produktentwicklung. In U. Lindemann (Hrsg.), *Handbuch Produktentwicklung* (S. 455–481). München: Hanser.
- Kirkman, B. L. & Mathieu, J. E. (2005). The Dimensions and Antecedents of Team Virtuality. *Journal of Management*, 31(5), 700–718. <https://doi.org/10.1177/0149206305279113>
- Kline, R. B. (2004). *Beyond significance testing. Reforming data analysis methods in behavioral research* (1st ed.). Washington, DC: American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10693-000>

- 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)
- Konradt, U. & Hertel, G. (2007). *Management virtueller Teams. Von der Telearbeit zum virtuellen Unternehmen*. Würzburg: Universität Würzburg.
- Krause, F.-L., Schultz, R. & Doblies, M. (1998). Verteilte Produktentwicklung. *Industrie Management*, 14(1), 14–18.
- Kuster, J., Huber, E., Lippmann, R., Schmid, A., Schneider, E., Witschi, U. et al. (2011). *Handbuch Projektmanagement* (3. Aufl.). Berlin: Springer.
- Larsson, A., Törlind, P., Karlsson, L., Mabogunje, A., Leifer, L., Larsson, T. et al. (2003). Distributed Team Innovation - A Framework for Distributed Product Development. In A. Folkesson, K. Gralen, M. Norell & U. Sellgren (Hrsg.), *Proceedings of the 14th International Conference on Engineering Design (ICED'03)*. Stockholm, Sweden, 19.-21.08.2003 (ICED).
- Ledwith, A. & Ludden, P. (2016). *A Typology Framework for Virtual Teams*. PMI Projekt Management Institute White Paper. Zugriff am 19.07.2022. Verfügbar unter: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/research/a-typology-framework-virtual-teams.pdf>
- Lee, S. & Do, E. Y.-L. (2009). The effects of computing technology in creative design tasks. In N. Bryan-Kinns, M. D. Gross, H. Johnson, J. Ox & R. Wakkary (Hrsg.), *Proceeding of the seventh ACM conference on Creativity and cognition - C&C '09*. Berkeley, California, USA, 26.-30.10.2009 (S. 387–388). New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1640233.1640314>
- Lindner, D. (2020). *Virtuelle Teams und Homeoffice*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-30893-3>
- Lipnack, J. & Stamps, J. (1998). *Virtuelle Teams: Projekte ohne Grenzen; Teambildung, virtuelle Orte, intelligentes Arbeiten, Vertrauen in Teams*. Wien: Ueberreuter.
- Lohmeyer, Q. (2013). Menschzentrierte Modellierung von Produktentstehungssystemen unter besonderer Berücksichtigung der

- Synthese und Analyse dynamischer Zielsysteme. Dissertation. In A. Albers & S. Matthiesen (Hrsg.), *Forschungsberichte des IPEK - Institut für Produktentwicklung. Systeme, Methoden, Prozesse* (Bd. 59). Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
<https://doi.org/10.5445/IR/1000035102>
- Madhulatha & T. Soni. (2012). An Overview on Clustering Methods. *IOSR Journal of Engineering*, 4(2), 719–725. <https://doi.org/10.9790/3021-0204719725>
- Maher, M. L. & Poon, J. (1996). Modelling Design Exploration as Co-Evolution. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 3(11), 195–209.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8667.1996.tb00323.x>
- Mandel, C., Behrendt, M. & Albers, A. (2021). Nutzer- und Aufgabengerechte Unterstützung von Modellierungsaktivitäten im Kontext des MBSE-Model-Based Systems Engineering. In R. H. Stelzer & J. Krzywinski (Hrsg.), *Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021*. Dresden, Germany, 17.-18.06.2021 (Reihe Technisches Design, Bd. 15, S. 727–736). Dresden: TUDpress. <https://doi.org/10.25368/2021.64>
- Martins Pacheco, N. M., Vazhapilli Sureshbabu, A., Dieckmann, E., Apud Bell, M., Green, S., Childs, P. et al. (2022). Challenges and Opportunities in Remote Prototyping: A Case-Study during COVID-19. In *Proceedings of the 17th International Design Conference*. 23.-26.05.2022 (DESIGN, Bd. 2, S. 231–240). Cambridge: Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/pds.2022.25>
- Marxen, L. (2014). A Framework for Design Support Development based on the integrated Product Engineering Model iPeM. Dissertation. In A. Albers & S. Matthiesen (Hrsg.), *Forschungsberichte des IPEK - Institut für Produktentwicklung. Systeme, Methoden, Prozesse* (Bd. 74). Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
<https://doi.org/10.5445/IR/1000045823>
- Matthiesen, S. (2021). Gestaltung – Prozess und Methoden. In B. Bender & K. Gericke (Hrsg.), *Pahl/Beitz Konstruktionslehre. Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung* (9. Aufl., Bd. 22, S. 397–465). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57303-7_13

- McMahon, P. E. (2005). Extending Agile Methods: A Distributed Project And Organizational Improvement Perspective. In *Proceedings of Systems and Software Technology Conference 2005. CrossTalk* (Bd. 5).
- Meißner, M., Gericke, K., Gries, B. & Blessing, L. (2005). Eine adaptive Produktentwicklungsmethodik als Beitrag zur Prozessgestaltung in der Produktentwicklung. In H. Meerkamm (Hrsg.), *DFX 2005: Proceedings of the 16th Symposium on Design for X*. Neukirchen/Erlangen, Germany, 13.-14.10.2005 (S. 67–76).
- Merriam-Webster.. *Context*, Merriam-Webster.com dictionary. Zugriff am 07.05.2022. Verfügbar unter: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/context>
- Meyer-Eschenbach, A. & Blessing, L. (2005). Experience with distributed development of household appliances. In A. Samuel & W. Lewis (Hrsg.), *DS 35: Proceedings of the 15th International Conference on Engineering Design (ICED05)*. Melbourne, Australia, 15.-18.08.2005 (ICED, S. 1–8).
- Meyer-Eschenbach, A., Gautam, V., Wildung, W. & Schüler, P. (2008). Experience with Cultural Influences in Distributed German-Chinese Development Project Cooperations. In D. Marjanović, Štorga M., N. Pavković & N. Bojčetić (Hrsg.), *DS 48: Proceedings DESIGN 2008, the 10th International Design Conference. Creativity and innovative thinking*. Dubrovnik, Croatia, 19.-22.05.2008 (DESIGN, S. 1049–1056). Glasgow: The Design Society.
- Morey, L. C., Blashfield, R. K. & Skinner, H. A. (1983). A Comparison of Cluster Analysis Techniques Withing a Sequential Validation Framework. *Multivariate behavioral research*, 18(3), 309–329.
https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1803_4
- Mulet, E., Chulvi, V., Royo, M. & Galán, J. (2016). Influence of the dominant thinking style in the degree of novelty of designs in virtual and traditional working environments. *Journal of Engineering Design*, 27(7), 413–437.
<https://doi.org/10.1080/09544828.2016.1155697>
- Müller, S. (2018). *Virtuelle Führung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19913-5>

- Mütze-Niewöhner, S., Hacker, W., Hardwig, T., Kauffeld, S., Latniak, E., Nicklich, M. et al. (Hrsg.). (2021). *Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-62231-5>
- Neely, A. (2005). The evolution of performance measurement research. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(12), 1264–1277. <https://doi.org/10.1108/01443570510633648>
- O'Donnell, F. J. & Duffy, A. H. B. (2002). Modelling design development performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(11), 1198–1221. <https://doi.org/10.1108/01443570210450301>
- O'Hara-Devareaux, M. & Johansen, R. (1996). *Globalwork. Bridging distance, culture, and time* (The Jossey-Bass management series). San Francisco, California: Jossey-Bass.
- Ojanen, V. & Tuominen, M. (2002). An analytic approach to measuring the overall effectiveness of R&D—a case study in the telecom sector. In *IEEE International Engineering Management Conference*. Cambridge, UK, 18.-20.08.2002 (Bd. 2, S. 667–672). Washington: IEEE.
- Omidvarkarjan, D., Conrad, J., Herbst, C., Klahn, C. & Meboldt, M. (2020). Bender – An Educational Game for Teaching Agile Hardware Development. In C. Ramsauer, M. Wolf & M. Hulla (Hrsg.), *Proceedings of the 10th Conference on Learning Factories (CLF2020)*. Graz, Austria, 15.-17.04.2020 (Procedia Manufacturing, Bd. 45, Bd. 45, S. 313–318). Amsterdam: Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.023>
- Ostergaard, K. J. & Summers, J. D. (2009). Development of a systematic classification and taxonomy of collaborative design activities. *Journal of Engineering Design*, 20(1), 57–81.
<https://doi.org/10.1080/09544820701499654>
- Pahl, G. & Beitz, W. (1967). *Entwurfsingenieur und Konstruktionslehre unterstützen die moderne Konstruktionsarbeit. Handbuch für Studium und Praxis* (Bd. 19). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-02288-7>

- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.-H. & Blessing, L. T. M. (2007). *Engineering design. A systematic approach* (3. ed.). London: Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-319-2>
- Paulsen, H., Zorn, V., Inkermann, D., Reining, N., Baschin, J., Vietor, T. et al. (2020). Soziotechnische Analyse und Gestaltung von Virtualisierungsprozessen. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO)*, 51(1), 81–93. <https://doi.org/10.1007/s11612-020-00507-z>
- Pérea, C., Mothe, C. & Brion, S. (2011). The Impact of Team Virtuality and Task Complexity on NPD Coordination Modes. In *44th Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii, USA, 04.-07.01.2011 (S. 1–10). Washington: IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.417>
- Petersen, K. & Wohlin, C. (2010). The effect of moving from a plan-driven to an incremental software development approach with agile practices. *Empirical Software Engineering*, 15(6), 654–693. <https://doi.org/10.1007/s10664-010-9136-6>
- Pflaum, B. (2018). *Entwicklung eines Modells zur systemorientierten Bewertung der Produktentwicklung hinsichtlich der Dimensionen Effektivität und Effizienz*. Dissertation. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe. <https://doi.org/10.5445/IR/1000082508>
- Picot, A., Reichwald, R. & Wigand, R. (1998). *Die grenzenlose Unternehmung. Information, Organisation und Management*. Lehrbuch zur Unternehmensführung im Informationszeitalter. Wiesbaden: Gabler Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-93130-6>
- Pohl, K. (2007). *Requirements Engineering. Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. Heidelberg: dpunkt.verlag.
- Ponn, J. (2007). *Situative Unterstützung der methodischen Konzeptentwicklung technischer Produkte*. Dissertation. Technische Universität München, München.
- Redtenbacher, F. (1859). *Prinzipien der Mechanik und des Maschinenbaues* (2. Aufl.). Mannheim: Bassermann.

- Reichwald, R., Möslein, K., Sachenbacher, H. & Englberger, H. (2000). *Telekooperation: verteilte Arbeits- und Organisationsformen* (2. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Reiß, N. (2018). Ansätze zur Steigerung der Methodenakzeptanz in agilen Prozessen der PGE – Produktgenerationsentwicklung. Dissertation. In A. Albers & S. Matthiesen (Hrsg.), *Forschungsberichte des IPEK - Institut für Produktentwicklung. Systeme, Methoden, Prozesse* (Bd. 112). Karlsruhe: Karlsruher Institut für Technologie (KIT).
<https://doi.org/10.5445/IR/1000084762>
- Rice, D. J., Davidson, B. D., Dannenhoffer, J. F. & Gay, G. K. (2007). Improving the Effectiveness of Virtual Teams by Adapting Team Processes. *Computer Supported Cooperative Work*, 16(6), 567–594. <https://doi.org/10.1007/s10606-007-9070-3>
- Roe, B. E. & Just, D. R. (2009). Internal and External Validity in Economics Research: Tradeoffs between Experiments, Field Experiments, Natural Experiments, and Field Data. *American Journal of Agricultural Economics*, 91(5), 1266–1271. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8276.2009.01295.x>
- Ropohl, G. (Hrsg.). (1975). *Systemtechnik. Grundlagen und Anwendung*. München: Hanser.
- Sawyer, R. K. & DeZutter, S. (2009). Distributed creativity: How collective creations emerge from collaboration. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 3(2), 81–92. <https://doi.org/10.1037/a0013282>
- Schaubroeck, J. M. & Yu, A. (2017). When does virtuality help or hinder teams? Core team characteristics as contingency factors. *Human Resource Management Review*, 27(4), 635–647.
<https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.009>
- Schmalzl, B. (Hrsg.). (2011). *Arbeit und elektronische Kommunikation der Zukunft. Methoden und Fallstudien zur Optimierung der Arbeitsplatzgestaltung* (Springer eBook Collection Business and Economics). Berlin: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-17027-0>
- Schnegas, H. (2019). Alles im Fluss. Kanban und Scrum als Innovationswerkzeuge im Design Thinking für die agile Produktentwicklung. In

- B. Corves, K. Gericke, K.-H. Grote, A. Lohrengel, N. Müller, A. Nagarajah et al. (Hrsg.), *17. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik. Agile Entwicklung physischer Produkte*. Aachen, Germany, 11.-02.10.2019 (S. 212–223). Aachen: RWTH Aachen University. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2019-08298>
- Schumpeter, J. (1927). The Explanation of the Business Cycle. *Economica*, (21), 286–311. <https://doi.org/10.2307/2548401>
- Schwaber, K. (2004). *Agile project management with Scrum* (Bd. 7). Redmond: Microsoft press Redmond.
- Schwaber, K. & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide. The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Zugriff am 17.07.2022. Verfügbar unter: <https://scrumguides.org/download.html>
- Silvia, R.-D. & Iryna, B. (2012). The Influence of Online Communication and Web-Based Collaboration Environments on Group Collaboration and Performance. In G. A. Baskan, F. Ozdamli, S. Kanbul & D. Özcan (Hrsg.), *4th WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL SCIENCES (WCES-2012)*. Barcelona, Spain, 02.-05.02.2012 (Procedia - Social and Behavioral Sciences, Bd. 46, S. 935–943). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.227>
- Simon, H. A. (1973). The structure of ill structured problems. *Artificial Intelligence*, 4(3-4), 181–201. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(73\)90011-8](https://doi.org/10.1016/0004-3702(73)90011-8)
- Simon, H. A. (1975). *The sciences of the artificial*. Cambridge, London: MIT Press.
- Sink, D. S., Tuttle, T. C. & Shin, S. (1989). *Planning and measurement in your organization of the future*. Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press.
- Stempfle, J. & Badke-Schaub, P. (2002). Thinking in design teams - an analysis of team communication. *Design Studies*, 23(5), 473–496. [https://doi.org/10.1016/s0142-694x\(02\)00004-2](https://doi.org/10.1016/s0142-694x(02)00004-2)
- Stöckert, H. (2011). *Fehlervermeidung an Schnittstellen-Prozessen der verteilten Produktentwicklung*. Dissertation. Technische Universität Berlin, Berlin. <https://doi.org/10.14279/depositonce-2695>

- Stöger, G., Thomas, G. & Berger, W. (2007). *Teams ohne Grenzen. Und es geht doch: virtuelle Teams erfolgreich vernetzen, führen, leben*. Zürich: orell füssli Management.
- Štorga, M., Bojčetić, N. & Marjanović, D. (2003). Web services as a virtual product development environment. In A. Folkesson, K. Gralen, M. Norell & U. Sellgren (Hrsg.), *DS 31: Proceedings of the 14th International Conference on Engineering Design (ICED03)*. COLLABORATIVE WORKING. Stockholm, Sweden, 19.-21.08.2003 .
- Sträter, O. & Bengler, K. (2019). Positionspapier Digitalisierung der Arbeitswelt. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 73(3), 243–245.
<https://doi.org/10.1007/s41449-019-00161-2>
- Sumanth, D. J. (1998). *Total productivity management. A systemic and quantitative approach to compete in quality, price, and time*. Boca Raton: St. Lucie Press.
- Svensson, H. & Höst, M. (2005). Introducing an Agile Process in a Software Maintenance and Evolution Organization. In *Ninth European Conference on Software Maintenance and Reengineering (CSMR'05)*. Manchester, UK, 21.-23.03.2005 (S. 256–264). Washington: IEEE.
<https://doi.org/10.1109/CSMR.2005.33>
- Taylor, F. W. & Roesler, R. (1922). *Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung* (Reprint 2019). Berlin, Boston: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. <https://doi.org/10.1515/9783486747430>
- Tomiyaama, T., Gu, P., Jin, Y., Lutters, D., Kind, C. & Kimura, F. (2009). Design methodologies: Industrial and educational applications. *CIRP Annals*, 58(2), 543–565. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2009.09.003>
- Ulich, E. (1997). Mensch, Technik, Organisation: ein europäisches Produktionskonzept. In E. Ulich (Hrsg.), *Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten. Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation* (Band 10). Zürich: vdf Hochschulverlag an der ETH.
- Van Jan Ree, H. (2002). The added value of office accommodation to organisational performance. *Work Study*, 51(7), 357–363.
<https://doi.org/10.1108/00438020210449012>

- VDI-Richtlinie, 2221 Blatt 2 (2019). *Entwicklung technischer Produkte und Systeme*. Berlin: Beuth Verlag.
- VDI-Richtlinie, 2221 Blatt 1 (2019). *Entwicklung technischer Produkte und Systeme*. Berlin: Beuth Verlag.
- Walter, B., Rapp, S. & Albers, A. (2016a). The application of creativity methods in virtual teams in product development. In D. Marjanović, M. Štorga, N. Pavković, N. Bojčetić & S. Škec (Hrsg.), *DS 84: Proceedings of the DESIGN 2016 14th International Design Conference. RESEARCH & METHODS*. Zagreb, Croatia, 16.-19.05.2016 (DESIGN, S. 749–758). Glasgow: The Design Society.
- Walter, B., Rapp, S. & Albers, A. (2016b). Selecting Appropriate Tools for Synchronous Communication and Collaboration in Locally Distributed Product Development. In C. Boks, J. Sigurjonsson, M. Steinert, C. Vis & A. Wulvik (Hrsg.), *DS 85-1: Proceedings of NordDesign 2016*. Trondheim, Norwegen, 10.-12.08.2016 (NordDesign, S. 258–267).
- Wauer, J., Moon, F. C. & Mauersberger, K. (2009). Ferdinand Redtenbacher (1809-1863): Pioneer in scientific machine engineering. *Mechanism and Machine Theory*, 44(9), p. 1607-1626.
<https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2009.05.007>
- Weinkauf, K. & Woywode, M. J. (2004). Erfolgsfaktoren von virtuellen Teams. Ergebnisse einer aktuellen Studie. *Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung: ZfbF*, 56(4), 393–412.
<https://doi.org/10.1007/BF03372742>
- Welp, E. G. (1996). Planung und Steuerung verteilter Produktentwicklungsprozesse. *Konstruktion*, 48(10), 319–328.
- Wilmsen, M., Dühr, K. & Albers, A. (2019). A context-model for adapting design processes and methods. In G. D. Putnik (Hrsg.), *29th CIRP Design Conference 2019*. Póvoa de Varzim, Portugal, 08.-10.05.2019 (Procedia CIRP, Bd. 84, S. 428–433). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.243>
- Wilmsen, M., Groschopf, L. & Albers, A. (2019). Establishing innovation: Relevant process steps for the automotive predevelopment process. In *R&D Management Conference 2019. THE INNOVATION CHALLENGE : BRIDGING*

RESEARCH, INDUSTRY AND SOCIETY. Paris, France, 17.-21.2019 (S. 1–22).

Wiltchnig, S., Christensen, B. T. & Ball, L. J. (2013). Collaborative problem–solution co-evolution in creative design. *Design Studies*, 34(5), 515–542. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2013.01.002>

Wynn, D. C. & Clarkson, P. J. (2018). Process models in design and development. *Research in Engineering Design*, 29(2), 161–202. <https://doi.org/10.1007/s00163-017-0262-7>

Yang, L., Holtz, D., Jaffe, S., Suri, S., Sinha, S., Weston, J. et al. (2022). The effects of remote work on collaboration among information workers. *Nature Human Behaviour*, 6(1), 43–54. <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01196-4>

Yang, Z., Xiang, W., You, W. & Sun, L. (2020). The influence of distributed collaboration in design processes: an analysis of design activity on information, problem, and solution. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09565-2>

Zorn, V., Baschin, J., Reining, N., Inkermann, D., Vietor, T. & Kauffeld, S. (2021). Team- und Projektarbeit in der digitalisierten Produktentwicklung. In S. Mütze-Niewöhner, W. Hacker, T. Hardwig, S. Kauffeld, E. Latniak, M. Nicklich et al. (Hrsg.), *Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt* (S. 155–178). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Studentische Abschlussarbeiten, die im Kontext dieser Dissertation am IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) von der Autorin co-betreut wurden:

Beck, L. (2021). *Gestaltung einer Validierungsumgebung für eine Methode zur Befähigung standort- verteilter, agiler Produktentwicklungsteams*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.

Berger, K. (2022). *Digitalisierung von Änderungsmanagement- und Entscheidungsprozessen durch Anwendung der EDiT-Methode im Konfigurationskontext*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.

- Blum, N. (2022). *Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit im globalen Variantenmanagement der agilen Baukastenentwicklung bei TRUMPF: Validierung der EDiT-Methode am Beispiel eines Werkzeugmaschinenherstellers*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Burkhardt, M. (2021). *Verbesserung der standortverteilten Arbeit durch Anwendung der EDiT-Methode bei der Porsche Engineering Services GmbH*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Ebner, L. (2022). *Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit durch die Implementierung agiler Arbeitsmethoden bei Voith Turbo*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Grimminger, J. (2021). *Enabling Distributed Teams – Vorgehensmodell zur Validierung der Methode zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit in der agilen Entwicklungspraxis*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Hettel, V. (2020). *Entwicklung einer Systematik zur Bewertung der Kritikalität von standortverteilten Produktentstehungsaktivitäten*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Hirsch, M. (2019). *Ein Ansatz zur Identifikation und Adressierung von Verbesserungspotentialen in der standortverteilten Produktentwicklung im Kontext der agilen plattformübergreifenden Baukastenentwicklung*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Kopp, D. (2019). *Transformation von Entwicklungsmethoden für die verteilte Produktentwicklung: Konzeption eines Vorgehensmodells*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Kopp, D. (2021). *Vorgehensmodell für die kontinuierliche und iterative Validierung einer Methode zur Verbesserung der standortverteilten Produktentwicklung*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.

- Mai, J. (2022). *Validierung einer Methode zur Verbesserung standortverteilter Zusammenarbeit im Entwicklungssimulator*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Mueller, H. (2021). *Validierung der EDiT-Methode zur Verbesserung standortverteilter Zusammenarbeit im Live-Lab ProVIL*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Schiele, A. (2020). *Erfolgsfaktoren an eine Systematik zur Verbesserung der Zusammenarbeit in der standortverteilten Produktentwicklung*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Zech, K. (2019). *Erfolgsrelevante Einflussfaktoren in der standortverteilten Produktentwicklung*. Unveröffentlichte Bachelorarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.
- Zech, K. (2022). *Die EDiT Guideline - Befähigung standortverteilter Produktentwicklungsteams zur Verbesserung ihrer Zusammenarbeit durch die Unterstützung zur situationsadäquaten Anwendung der EDiT Methode*. Unveröffentlichte Masterarbeit. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe.

Vorveröffentlichungen, die unter Mitwirkung der Autorin dieser Arbeit entstanden sind:

- Albers, A., Duehr, K., Zech, K. & Rapp, S. (2022). The EDiT method guideline - enabling distributed teams through situation-adequate method application. In N. Anwer (Hrsg.), *Procedia 32th CIRP Design Conference. Design in a Changing World*. Gif-sur-Yvette, France, 28.-30.03.2022 (Procedia CIRP, S. 155–160). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.229>
- Albers, A., Heimicke, J., Spadinger, M., Degner, N. & Duehr, K. (2019). The Product Developer in the Centre of Product Development: A Systematic Literature Review on Describing Factors. In The Design Society (Hrsg.), *Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19)*. Delft, The Netherlands, 05.-08.08.2019 (Proceedings of the Design Society, Bd. 1, S. 1843–1852). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.190>

- Albers, A., Weissenberger-Eibl, M., Duehr, K., Zech, K. & Seus, F. (2020). Literature-based identification of success-relevant influencing factors of distributed product development. In K. Mpofu & P. Butala (Hrsg.), *Proceedings of the 30th CIRP Design Conference. Enhancing Design Through the 4th Industrial Revolution Thinking*. 05.-08.05.2020 (Procedia CIRP, Bd. 91, S. 415–420). Pretoria, South Africa: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.11.007>
- Duehr, K., Burkhardt, M., Endepols, S., Machauer, T. & Albers, A. (2022). Improving distributed collaboration at Porsche Engineering Services GmbH through the application of the EDiT Method. In N. Anwer (Hrsg.), *Procedia 32th CIRP Design Conference. Design in a Changing World*. Gif-sur-Yvette, France, 28.-30.03.2022 (Procedia CIRP, S. 239–244). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.243>
- Duehr, K., Efremov, P., Heimicke, J., Teitz, E. M., Ort, F., Weissenberger-Eibl, M. et al. (2021). The Positive Impact of Agile Retrospectives on the Collaboration of Distributed Development Teams – a Practical Approach on the Example of Bosch Engineering GmbH. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering Design (ICED21)*. Gothenburg, Sweden, 16.-20.08.2021 (ICED, Bd. 1, S. 3071–3080). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.568>
- Duehr, K., Grimminger, J., Rapp, S. & Bursac, N. (2022). Enabling Distributed Teams - A Process Model for Early and Continuous Method Validation. In *Proceedings of the 17th International Design Conference*. 23.-26.05.2022 (DESIGN, Bd. 2, S. 161–170). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/pds.2022.17>
- Duehr, K., Heimicke, J., Breitschuh, J., Spadinger, M., Kopp, D., Haertenstein, L. et al. (2019). Understanding Distributed Product Engineering: Dealing with Complexity for Situation- and Demand-Oriented Process Design. In G. D. Putnik (Hrsg.), *29th CIRP Design Conference 2019*. Póvoa de Varzim, Portugal, 08.-10.05.2019 (Procedia CIRP, Bd. 84, S. 136–142). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.200>
- Duehr, K., Hettel, V., Nix, B., Dernbach, F., Heimicke, J. & Albers, A. (2022). Evaluation of the Effect of Distributed Collaboration on the Effectiveness and Efficiency of Design Activities. *Journal of Design Research*, submitted.

- Duehr, K., Hirsch, M., Albers, A. & Bursac, N. (2020). A METHODOLOGY TO IDENTIFY AND ADDRESS IMPROVEMENT POTENTIALS IN COMMUNICATION PROCESSES OF DISTRIBUTED PRODUCT DEVELOPMENT – AN INITIAL APPROACH. In *Proceedings of the 16th International Design Conference (DESIGN)*. Cavtat, Croatia, 26.-29.10.2020 (DESIGN, S. 541–550). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/dsd.2020.35>
- Duehr, K., Hofelich, M., Beck, L. & Albers, A. (2021). A Validation Environment for a method to enable distributed agile product development teams. In *R&D Management Conference 2021. The future of R&D Innovation*. Glasgow, Scotland, 07.-08.07.2021 .
- Duehr, K., Kopp, D., Rapp, S. & Albers, A. (2022). Validating a Design Method to Support Collaboration in Distributed Product Design – What Needs to be Considered? In *Proceedings of NordDesign 2022*. Lyngby, Denmark, 16.-19.08.2022 (NordDesign). <https://doi.org/10.35199/NORDDDESIGN2022.9>
- Duehr, K., Kopp, D., Walter, B., Spadinger, M. & Albers, A. (2019). Einflussfaktoren in der standortverteilten Produktgenerationsentwicklung. Eine literaturbasierte Momentaufnahme. In R. Stelzer & J. Krzywinski (Hrsg.), *Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2019*. Dresden, Germany, 27.-28.06.2019 (Bd. 1). Dresden: TUDpress Thelem Universitätsverlag & Buchhandlung GmbH & Co. KG.
- Duehr, K., Luft, T., Vierbacher, D. & Ebner, L. (2022). Improving distributed collaboration for the development of advanced systems. In *The XXXIII ISPIIM Innovation Conference. Innovating in a Digital World*. Copenhagen, Denmark, 05.-08.06.2022. Lappeenranta, Finland: LUT Scientific and Expertise Publications.
- Duehr, K., Mai, J., Rapp, S., Albers, A. & Bursac, N. (2023). Validating a method to enable distributed development teams in an engineering simulator. In N. Anwer (Hrsg.), *Procedia 32th CIRP Design Conference. Grand Challenges for Engineering Design*. Sydney, Australia, 17.-19.05.2023 (Procedia CIRP). Amsterdam: Elsevier.
- Duehr, K., Nix, B. & Albers, A. (2020). Charakterisierung der Entwicklungsaufgabe zur methodischen Potentialfindung in der standortverteilten Produktentwicklung. In *18. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2020: Nachhaltige Produktentwicklung: KT 2020* (S. 221–232). Duisburg,

Germany, 01.-02.10.2020. Duisburg-Essen, Germany: DuEPublico Duisburg-Essen Publications online.

Duehr, K., Schiele, A., Mueller, H., Kopp, D., Hofelich, M. & Albers, A. (2021). EDiT – Requirements of Enabling Distributed Collaboration in Product Development Teams. In *The ISPIM Innovation Conference. Innovating Our Common Future*. Berlin, Germany, 20.-23.06.2021. Lappeenranta, Finland: LUT Scientific and Expertise Publications:

Wilmsen, M., Dühr, K. & Albers, A. (2019). A context-model for adapting design processes and methods. In G. D. Putnik (Hrsg.), *29th CIRP Design Conference 2019*. Póvoa de Varzim, Portugal, 08.-10.05.2019 (Procedia CIRP, Bd. 84, S. 428–433). Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.243>

Glossar

Begriff	Definition
Innovation	Eine Innovation ist die erfolgreiche Realisierung einer Neuheit, einer kreativen Idee oder Invention am Markt mit erweitertem Kunden-, Anwender- und Anbieternutzen. (Albers, Heimicke et al., 2018), Definition und Übersetzung nach IPEK-Glossar (IPEK, 2022c)
Produkt-entstehung	Die Produktentstehung ist Teil des Produktlebenszyklus und beschreibt den grundsätzlichen Ablauf von der Produkt- bzw. Geschäftsidee bis zum Serienanlauf. Sie umfasst die drei Hauptaufgabenbereiche strategische Produktplanung, Produktentwicklung und Produktionssystementwicklung. (Albers & Gausemeier, 2012, S. 18)
Produkt-entwicklung	Die Produktentwicklung ist ein interdisziplinärer Unternehmensprozess zur Entwicklung eines marktfähigen Produkts, basierend auf der Definition initialer Ziele und Anforderungen an das Produkt, die im Lauf des Prozesses kontinuierlich weiterentwickelt und iterativ angepasst werden. (VDI-Richtlinie 2221 Blatt 1, S. 8)
Simultaneous Engineering	Simultaneous Engineering ist eine Organisationsstrategie, die eine Senkung der Produktentwicklungszeiten und Kosten bei gleichzeitiger Steigerung der Qualität des Produktes und der Produktionseinrichtungen durch systematische Verbesserung der Zusammenarbeit der internen Funktionsbereiche Entwicklung, Produktionsplanung, Produktion und Administration und der Zusammenarbeit mit den Entwicklungs- und Produktionsbereichen der Kunden, der Zulieferer des Zulieferers sowie der Produktionsmittelhersteller verfolgt, mit dem Ziel, die Abläufe weitestgehend zu parallelisieren und die zeitgleiche Entwicklung und Erstellung von Produkt und Produktionsmittel sicherzustellen. (Albers, 1994, S. 77–78)
Agilität	Agilität [...] 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.

Übersetzt nach Albers et al. (2019, S. 10)

**Standortverteilte
Produkt-
entwicklung**

Standortverteilte Produktentwicklung beschreibt die Ausgestaltung der Phase der Produktentwicklung, innerhalb der die Kollaboration zur Durchführung der Produktentstehungsaktivitäten durch ein Handlungssystem gekennzeichnet ist, bei dem mindestens ein Individuum räumlich von den weiteren Individuen getrennt ist. Dabei kennzeichnen folgende beliebig miteinander kombinierbare Charakteristika die Produktentwicklung als standortverteilt:

- Die räumliche Trennung kann auf organisatorische und zeitliche Trennung ausgeweitet sein.
- Zur Kollaboration müssen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) verwendet werden.
- Die Kollaboration kann sowohl synchron als auch asynchron stattfinden.

Übersetzte nach Albers et al. (2022) und IPEK (2022a)

**Kritikalitäts-
faktoren der
standortverteilten
Produkt-
entwicklung**

Kritikalitätsfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung sind Indikatoren für mögliche negative Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität in der standortverteilten Zusammenarbeit von Entwicklungsteams. Sie bieten eine Grundlage, mögliche negative Auswirkungen zu identifizieren und zu minimieren. Die Analyse dieser Faktoren gibt die Kritikalität standortverteilter Produktentstehungsaktivitäten an.

**Erfolgsrelevante
Einflussfaktoren
der
standortverteilten
Produkt-
entwicklung**

Erfolgsrelevante Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung sind Stellhebel, die den Erfolg standortverteilter Produktentstehungsprozesse maßgeblich beeinflussen. Durch die situationsadäquate Bestimmung der geeigneten Ausprägung der Einflussfaktoren werden Verbesserungspotenziale erschlossen und damit die negativen Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität minimiert.

Anhang A

Zusammensetzung der Umfrageteilnehmenden zur Erhebung des Bedarfs

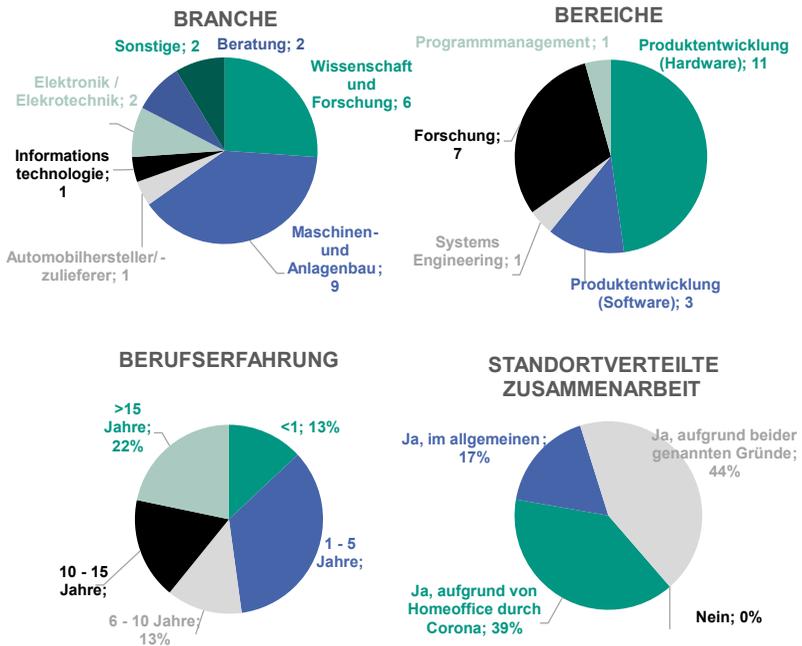


Abbildung A.1: Angepasste und erweiterte Darstellung der Zusammensetzung der Teilnehmenden nach Grimming (2021)¹

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Anhang B

Übersicht über die Einflussfaktoren der standortverteilten Produktentwicklung

Angepasste Darstellung der Handlungsfelder nach Beck (2021)¹

Tabelle B.1: Handlungsfeld 1: Iteratives, agiles Arbeiten

Einflussfaktor	Erläuterung
Grad der Ausrichtung der Sprints auf übergeordnetes Sprintziel bzw. Vision	Jeder Sprint ist auf ein übergeordnetes Sprintziel inkl. der geplanten Aktivitäten ausgerichtet.
Intensität der Kundeneinbindung	Der Kunde wird vom Team gewinnbringend für frühes & regelmäßiges Feedback eingebunden.
Grad der Auslastung von Teammitgliedern	Die Auslastung aller Teammitglieder ist angemessen. D.h. Teammitglieder sind nicht überlastet und unproduktive Leerlaufphasen einzelner Teammitglieder, z.B. Phasen in denen Teammitglieder nach (neuen) Aufgaben suchen oder auf die Beseitigung von Impediments warten, werden bestmöglich vermieden bzw. schnell gelöst.
Qualität der Arbeitsergebnisse	Die Qualität der Arbeitsergebnisse ist angemessen. Dazu sind Akzeptanzkriterien definiert, bekannt und diese werden eingehalten.

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Tabelle B.2: Handlungsfeld 2: Kreative Problemlösung & Entscheidungsfindung

Einflussfaktor	Erläuterung
Qualität der kreativen Problemlösung	Die Lösungsfindung erfolgt kreativitäts-basiert. Demnach ist die Arbeitsumgebung auf eine Förderung der kreativen Problemlösung ausgelegt.
Qualität der Entscheidungsfindung für technische Konzepte/Lösungen	Es existiert ein geeignetes Vorgehen zur Auswahl, d.h. zur Entscheidung für technische Konzepte/Lösungen zur Produktentwicklungsaufgabe. Die Entscheidung wird geeignet dokumentiert.

Tabelle B.3: Handlungsfeld 3: Zielverständnis & Vision

Einflussfaktor	Erläuterung
Klarheit eines gemeinsamen Zielverständnisses	Alle Teammitglieder haben ein gemeinsames & klares Zielverständnis von der Produktentwicklungsaufgabe bezüglich Ziel, Qualität, Terminen und Kosten.
Grad des Verständnisses wirtschaftlicher, sozialer & rechtlicher Randbedingungen	Alle Teammitglieder kennen die relevanten wirtschaftlichen, sozialen und rechtlichen Randbedingungen, die die Produktentwicklungsaufgabe beeinflussen.

Tabelle B.4: Handlungsfeld 4: Produktentwicklungsaufgabe

Einflussfaktor	Erläuterung
Angemessener Umfang der Produktentwicklungsaufgabe	Der Umfang der Produktentwicklungsaufgabe ist mit den gegebenen Ressourcen (Zeit, Materialien, Unterlagen, Kompetenzen ...) umsetzbar.
Angemessene Komplexität der Produktentwicklungsaufgabe	Die Komplexität der Produktentwicklungsaufgabe ist mit den gegebenen Ressourcen (Zeit, Materialien, Unterlagen, Kompetenzen ...) handhabbar.
Angemessener Neuentwicklungsanteil der Produktentwicklungsaufgabe	Der Neuentwicklungsanteil der Produktentwicklungsaufgabe ist mit den gegebenen Ressourcen (Zeit, Materialien, Unterlagen, Kompetenzen ...) machbar.

Tabelle B.5: Handlungsfeld 5: Digitalisierung & Technologisierung der Arbeitsumgebung

Einflussfaktor	Erläuterung
Verfügbarkeit geeigneter (Hardware- & Software) Technologie	Es steht notwendige und geeignete Technologie für eine standortverteilte Zusammenarbeit zur Verfügung. Dazu zählen Hardware-Komponenten wie bspw. Kameras, Mikrophone, Kopfhörer sowie Server und Software Komponenten wie bspw. eine stabile Internetverbindung, Datenbanken oder Zugänge zu virtuellen Tools/Werkzeugen.
Angemessener Grad an Virtualität der Prototypen	Durch Digitalisierung bzw. Virtualisierung von Prototypen ist sichergestellt, dass alle Teammitglieder Zugang zu einem Prototyp haben, z.B. durch Simulation oder (VR/CAD-)Modelle der Prototypen.
Grad der Kompatibilität der Tools	Die eingesetzten Tools sind kompatibel. D.h. von verschiedenen Tools kann aufeinander zugegriffen, Artefakte können verlinkt werden und die Tools ergänzen sich sinnvoll.
Aufwand & Nutzen von eingesetzten Kollaborationstools	Kollaborationstools werden nutzenstiftend eingesetzt. Dabei ist die Anzahl & Umfang eingesetzter Kollaborationstools angemessen. Unter Kollaborationstools werden digitale Techniken der Zusammenarbeit verstanden. Dabei handelt es sich meist um webbasierte Software-as-a-Service-Lösungen (SaaS) wie bspw. MS Teams oder Slack.
Aufwand & Nutzen eingesetzter Management- & Entwicklungstools	Das Team wird durch geeignete Tools unterstützt. D.h. das Aufwand-Nutzen-Verhältnis der eingesetzten Tools ist angemessen und passen zu eingesetzten Methoden.
Grad der Anpassung an unterschiedliche Arbeitsbedingungen	Es herrscht ein angemessenes Bewusstsein & Verständnis dafür, dass abhängig von der Arbeitsumgebung der Teammitglieder der Digitalisierungsgrad und Technologisierungsgrad schwankt. Z.B. haben nicht alle Teammitglieder Zugriff auf einen (Hardware) Prototypen und damit eine andere Perspektive auf das Produkt haben, als diejenigen, die nur virtuellen Zugriff haben. Es werden Lösungen gefunden, um diese Differenz zu überbrücken.

Tabelle B.6: Handlungsfeld 6: Informationen, Daten & Wissensmanagement

Einflussfaktor	Erläuterung
Zuverlässigkeit des Datenzugriffs	Alle Teammitglieder haben auf die für sie relevanten Daten Zugriff.
Qualität des Wissensmanagements	Es existiert ein geeignetes Wissensmanagement zur Dokumentation, Konsolidierung & Weitergabe von Wissen innerhalb des Teams.
Aktualität erforderlicher Informationen	Allen Teammitgliedern sind die Anforderungen für relevante Funktionen, der aktuelle Fortschritt bzw. Herausforderungen/Risiken bekannt und kennen den Ab- lageort dieser Informationen.
Verfügbarkeit des Wissens über Referenzsystemelemente	Alle Teammitglieder verfügen über ein ausreichendes Wissen bezüglich der aktuellen Produktgeneration bzw. vorhandenen Referenzsystemelementen

Tabelle B.7: Handlungsfeld 7: Teamkompetenzen & Teamzusammensetzung

Einflussfaktor	Erläuterung
Qualifikation des Teams (hinsichtlich der Projektaufgabe)	Das Team ist hinsichtlich der zu bearbeitenden Produktentwicklungsaufgabe ausreichend qualifiziert und besitzt ausreichend Erfahrung hinsichtlich technischer, methodischer und sozialer Anforderungen.
Eignung der Teamgröße und -zusammensetzung	Die Teamgröße und die Teamzusammensetzung sind in Bezug auf die Produktentwicklungsaufgabe geeignet.

Tabelle B.8: Handlungsfeld 8: Teamentwicklung & Teamkultur

Einflussfaktor	Erläuterung
Angemessene Transparenz über Verantwortlichkeiten & Aufgaben innerhalb der Teamorganisation	Alle Teammitglieder kennen die Verantwortlichkeiten & Aufgaben aller Teammitglieder und wissen, welches Teammitglied für welche Themen der geeignete Ansprechpartner ist.
Beziehung & Vertrauen zwischen den Teammitgliedern (an unterschiedlichen Standorten)	Zwischen den Teammitgliedern (an unterschiedlichen Standorten) herrscht eine gute & vertrauensvolle Beziehung.
Stufe der Teamentwicklung	Das Team hat alle relevanten Teamentwicklungsstufen (Forming, Storming, Norming) durchlaufen oder befindet sich wesentlich im Prozess der Teamentwicklung, sodass es als EIN geschlossenes Team agiert.
Effektivität & Effizienz der Zusammenarbeit verschiedener Persönlichkeiten im Team	Die Teammitglieder kennen die Bedeutung von Persönlichkeitstypen und sind sich den Herausforderungen und den Chancen in der Zusammenarbeit mit verschiedenen Persönlichkeitstypen bewusst, z.B. kennen alle Teammitglieder ihre eigenen Persönlichkeitstypen und die Persönlichkeitstypen ihrer Teammitglieder, wodurch gezielt persönliche Stärken ausgenutzt und Schwächen abgefangen werden können.
Fähigkeit im Umgang mit nationaler und kultureller Vielfalt	Nationale und kulturelle Vielfalt sowie Interkulturalität am Arbeitsplatz werden vom Team respektiert, akzeptiert und gelebt.

Tabelle B.9: Handlungsfeld 9: (Virtuelle) Kommunikation & Zusammenarbeit

Einflussfaktor	Erläuterung
Eindeutigkeit in der Kommunikation & Commitment zu einer gemeinsamen Teamsprache	Das Team hat sich auf eine gemeinsame Teamsprache geeinigt und sowohl in der mündlichen als auch der schriftlichen Kommunikation wird ausschließlich die Teamsprache genutzt. Zusätzlich hat sich das Team auf eine gemeinsame Nomenklatur/Begriffsdefinitionen geeinigt und verwendet diese, z.B. einheitliche Definition von technischen Begriffen, Events und Meetings.
Erfahrung mit Kollaborationstool	Alle Teammitglieder haben ausreichend Erfahrung in der Handhabung/Nutzung des eingesetzten Kollaborationstools, z.B. MS Teams.
Zuverlässigkeit & Offenheit der Kommunikation	Die Kommunikation im Team ist zuverlässig, eindeutig und offen.
Intensität funktionsübergreifender Zusammenarbeit	Die Intensität der funktionsübergreifenden Zusammenarbeit ist angemessen, d.h. die Frequenz & die Dauer funktionsübergreifender Meetings sind angemessen.
Intensität teamübergreifender Kommunikation	Die Intensität teamübergreifender Kommunikation, d.h. die Frequenz & die Dauer gemeinsamer Meetings zum Austausch mit anderen Teams sind angemessen.

Tabelle B.10: Handlungsfeld 10: Methodenanwendung

Einflussfaktor	Erläuterung
Ausreichendes Methodenwissen & -verständnis	Alle Teammitglieder haben ein ausreichendes Wissen & Verständnis für die eingesetzten Methoden.
Qualität der Unterstützung in der Methodenanwendung	Das methodische Vorgehen wird angemessen unterstützt, z.B. durch den Scrum Master, Coaching, Moderation, vorgegebene Leitfäden/Frameworks, passende Tools/Werkzeuge.
Aufwand & Nutzen (Eignung) angewandter Methoden	Die eingesetzten Methoden stiften im Verhältnis zum Aufwand der Anwendung einen angemessenen Nutzen.

Anhang C

Interviewleitfaden zur Identifikation von Zielsystemelemente der Methode

Interviewleitfaden als Teil aus der Studie von Schiele (2020)¹

Einführung - Übergeordnetes Ziel:

- Entwicklung einer Methode, die eine Entwicklungsteam dazu befähigt, Verbesserungspotenziale zu identifizieren und Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit in der standortverteilten Produktentwicklung abzuleiten

Inhalt der Studie:

- Analyse von Erfolgsfaktoren an die Methode zur Identifizierung und Erschließung von Verbesserungspotenzialen
- Anhand dieser Erfolgsfaktoren sollen sich der Erfolg von Verbesserungsmaßnahmen bemessen lassen

Allgemeine Fragen

1. In welcher Industrie sind Sie tätig?
2. Wie viele Mitarbeitende sind in Ihrem Unternehmen beschäftigt?
3. In welchem Bereich sind Sie tätig?
4. Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie?
5. Was ist Ihre Rolle in Bezug auf Standortverteilte Produktentwicklung?

Konkrete Fragen

1. Welche Probleme gibt es bei der Identifikation von Verbesserungspotenzialen in der standortverteilten Zusammenarbeit?
2. Worin besteht die Schwierigkeit, Maßnahmen, die diese Verbesserungspotenziale adressieren, zu identifizieren?
3. Wo liegen die Probleme bei der Umsetzung dieser Maßnahmen?
4. Welche Anforderungen werden an eine Methode gestellt, die ein Entwicklungsteam dazu befähigt, Verbesserungspotenziale zu erkennen und

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter
Produktentwicklungsteams abzuleiten?

Anhang D

Fragebogen zur Relevanzbewertung der Zielsystemelemente der Methode

Umfrage zur Bewertung von Zielsystemelementen einer Methode zur Unterstützung der Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams aus Mueller (2021)¹

Liebe Teilnehmerin, lieber Teilnehmer,

die standortverteilte Produktentwicklung ist im Zuge der Globalisierung für viele Unternehmen selbstverständlich geworden. Für die Bewältigung der Entwicklungsaufgaben gehören standortverteilte Entwicklungsteams zum alltäglichen Geschäft.

"Standortverteilte Zusammenarbeit in Produktentwicklungsteams? Für mich kein Problem!" Eine Aussage, die man zurzeit eher selten hört.

Daher entwickeln wir eine Methode, die Entwicklungsteams dabei unterstützt, individuelle Probleme und Verbesserungspotenziale zu identifizieren und gemeinsam anzugehen.

Die Frage, die sich uns stellt: Was muss diese Methode können?

Zur Beantwortung dieser Frage, würde wir uns freuen, wenn Du an unserer kurzen 10-minütigen Umfrage teilnimmst. Bei Fragen, weiteren Anmerkungen und Vorschlägen wende Dich bitte an Katharina Dühr unter katharina.duehr@kit.edu.

Vielen Dank vorab für die Teilnahme.

Der Begriff "standortverteilte Produktentwicklungsteams" liegt dem Verständnis zugrunde, dass es sich hierbei um eine Organisationsform handelt, deren Mitglieder

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

- *zeitlich befristet, gelegentlich auch dauerhaft*
- *mit gemeinsamen Zielen der Produktentwicklung*
- *an verschiedenen Orten und evtl. zu verschiedenen Zeiten (dazu zählt auch Homeoffice)*
- *über lokale, regionale oder nationale Grenzen hinweg zusammenarbeiten und*
- *überwiegend durch Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützt kommunizieren.*

In dieser Umfrage sind 7 Fragen enthalten.

In welcher Branche arbeitest Du? *

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Student / Studentin
- Wissenschaft und Forschung
- Maschinen- und Anlagenbau
- Automobilhersteller
- Sonstiger Fahrzeugbau
- Automobilzulieferer
- Metallbe- und verarbeitung
- Luft- und Raumfahrt
- Elektronik / Elektrotechnik
- Informationstechnologie
- Sonstiges:

Wie lange bist Du bereits in Deinem aktuellen Beruf tätig? *

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Bis 1 Jahr
- 1-3 Jahre
- 4-5 Jahre
- 6-10 Jahre
- 11-15 Jahre
- Länger als 15 Jahre

Inwieweit stimmst Du der folgenden Aussage zu? *

Fragebogen zur Relevanzbewertung der Zielsystemelemente der Methode

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	Ich stimme voll und ganz zu	Ich stimme eher zu	Ich stimme nicht zu	Ich stimme überhaupt nicht zu
Ich habe Erfahrung in der standortverteilten Produktentwicklung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Für wie relevant hältst Du folgenden **Ziele des Erfolgsbeitrags** einer Methode zur Unterstützung der Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams? *

(1 – entscheidend, 2 – sehr wichtig, 3- wichtig, 4- eher unwichtig, 5 – sehr unwichtig)

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	1	2	3	4	5
Die Methode soll die Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit von Produktentwicklungsteams unterstützen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll das Aufwand-Nutzen-Verhältnis des Prozesses zur Verbesserung der standortverteilten Zusammenarbeit positiv beeinflussen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll die Effizienz des standortverteilten Produktentwicklungsteams verbessern.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll die Effektivität des standortverteilten Produktentwicklungsteams verbessern.	<input type="radio"/>				

Für wie relevant hältst Du folgenden **Ziele der Unterstützungsleistung** einer Methode zur Unterstützung der Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams? *

Anhang D

(1 – entscheidend, 2 – sehr wichtig, 3- wichtig, 4- eher unwichtig, 5 – sehr unwichtig)
Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	1	2	3	4	5
Die Methode soll das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die standortverteilte Produktentwicklung unterstützen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll die Identifikation kritischer Aktivitäten der standortverteilten Produktentwicklung unterstützen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll die Analyse von Verbesserungspotenzial der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll die Definition von Maßnahmen zur Erschließung von Verbesserungspotenzial der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll die Umsetzung definierter Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll die Evaluation der umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Zusammenarbeit	<input type="radio"/>				

Fragebogen zur Relevanzbewertung der Zielsystemelemente der Methode

standortverteilter Produktentwicklungsteams unterstützen.					
---	--	--	--	--	--

Für wie relevant hältst Du folgenden **Anforderungen an die Anwendbarkeit** einer Methode zur Unterstützung der Verbesserung der Zusammenarbeit standortverteilter Produktentwicklungsteams? *

(1 – entscheidend, 2 – sehr wichtig, 3- wichtig, 4- eher unwichtig, 5 – sehr unwichtig)

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	1	2	3	4	5
Die Methode soll ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen haben.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll für das Entwicklungsteam einfach anwendbar sein.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll in sinnvolle Arbeitsschritte gegliedert sein.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll einen angemessenen Detaillierungsgrad haben.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll sich in bestehende Prozesse integrieren lassen.	<input type="radio"/>				
Die Methode soll sich in unterschiedlichen Entwicklungsteams anwenden lassen.	<input type="radio"/>				

Anhang F

Steckbriefe der weiteren Validierungsiterationen

Anwendung <ul style="list-style-type: none"> Phase 1: Experteninterview basierend auf erfolgsrelevanten Einflussfaktoren Phase 2-4: Iterative virtuelle Retrospektive <ul style="list-style-type: none"> Set the stage Gather data Generate insights Decide what to do Close the retrospective 		Weiterentwicklung <ul style="list-style-type: none"> Entwicklung und Anwendung einer virtueller Retrospektive zur gezielten Nutzung des Potenzials agiler Arbeitspraktiken zur Verbesserung der standortverteilten Produktentwicklung Einführung der Retrospektiven als Grundstruktur 																																																																																																																																				
Identifiziertes Verbesserungspotenzial																																																																																																																																						
Potenzialfelder <ul style="list-style-type: none"> Zielverständnis & Vision (Virtuelle) Kommunikation & Zusammenarbeit Wissensmanagement 	Potenzialbeschreibung <ul style="list-style-type: none"> Wenig Austausch zwischen verschiedenen Standorten Kommunikation bei Dailys teilweise nicht zielgerichtet Mangelnde Priorisierung auf Verbesserung stattdessen Konzentration auf Produktivität 																																																																																																																																					
Erschlossenes Verbesserungspotenzial																																																																																																																																						
Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> Durchführung von weniger, aber häufigeren agilen online Retrospektiven Virtueller Kaffee 1x pro Woche mit vordefinierten Themen Informationsaustausch zu laufenden Projekten mit regelmäßigem Tech-Deepdive Gruppenrunde durch Flashlights auf Teamboard unterstützen Abgestimmte Vor-Ort Tage 	Potenzialerschließung <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Kontinuierliche Teilnahme der Teammitglieder an Retrospektive </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - </td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Potenzialfelder von Ø 3,1 auf 3,2 Führt zur Verbesserung der verteilten Zusammenarbeit (88% Zustimmung) </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> "alle 2 Wochen Retrospektive passt sehr gut" "Schlankes Format" </td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Kontinuierliche Teilnahme der Teammitglieder an Retrospektive 	<ul style="list-style-type: none"> - 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Potenzialfelder von Ø 3,1 auf 3,2 Führt zur Verbesserung der verteilten Zusammenarbeit (88% Zustimmung) 	<ul style="list-style-type: none"> "alle 2 Wochen Retrospektive passt sehr gut" "Schlankes Format" 																																																																																																																											
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																																																																				
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Kontinuierliche Teilnahme der Teammitglieder an Retrospektive 	<ul style="list-style-type: none"> - 																																																																																																																																				
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Potenzialfelder von Ø 3,1 auf 3,2 Führt zur Verbesserung der verteilten Zusammenarbeit (88% Zustimmung) 	<ul style="list-style-type: none"> "alle 2 Wochen Retrospektive passt sehr gut" "Schlankes Format" 																																																																																																																																				
Erfüllung der Zielsystemelemente																																																																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5">Unterstützung (n=1)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Unterstützung (n=1)						1	2	3	4	5	U1			3,0			U2,0						U3				4,0		U4			3,0			U5	2,0					U6	2,0					<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5">Anwendbarkeit (n=1)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td></td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Anwendbarkeit (n=1)						1	2	3	4	5	A1			3,0			A2			3,0			A3			3,0			A4		2,0				A5			3,0			A6			3,0			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="5">Erfolg (n=1)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Erfolg (n=1)						1	2	3	4	5	E1			3,0			E2			3,0			E3	2,0					E4	2,0				
	Unterstützung (n=1)																																																																																																																																					
	1	2	3	4	5																																																																																																																																	
U1			3,0																																																																																																																																			
U2,0																																																																																																																																						
U3				4,0																																																																																																																																		
U4			3,0																																																																																																																																			
U5	2,0																																																																																																																																					
U6	2,0																																																																																																																																					
	Anwendbarkeit (n=1)																																																																																																																																					
	1	2	3	4	5																																																																																																																																	
A1			3,0																																																																																																																																			
A2			3,0																																																																																																																																			
A3			3,0																																																																																																																																			
A4		2,0																																																																																																																																				
A5			3,0																																																																																																																																			
A6			3,0																																																																																																																																			
	Erfolg (n=1)																																																																																																																																					
	1	2	3	4	5																																																																																																																																	
E1			3,0																																																																																																																																			
E2			3,0																																																																																																																																			
E3	2,0																																																																																																																																					
E4	2,0																																																																																																																																					

Abbildung F.1: Ergebnisse der frühen Validierungsiteration bei Bosch Engineering GmbH

<p>Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> Phase 1 - 2: zweiteiliges Online Workshop-Format ergänzt durch Online Retrospektive Phase 3 -4: Umfragen, Dokumentenanalysen, Interviews und Beobachtungen 		<p>Weiterentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> Konzeption zweiteiliger Workshop zur virtuellen Anwendung Umstrukturierung & Benennung der Handlungsfelder & Einflussfaktoren in Phase 1 Umsetzung von Phase 1 & 2 durch eine Retro Einführung Phase 3 und Benennung Methode Sechs Erfolgsfaktoren für die Definition und Umsetzung von Maßnahmen 																																																																																					
<p>Identifiziertes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																							
<p><u>Potenzialfelder</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Teaminterne Organisationsstrukturen Teamentwicklung Projektorganisation 		<p><u>Potenzialbeschreibung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Teilnehmende kennen sich nicht persönlich Unklare Verantwortlichkeiten im Team Es findet wenig Kommunikation statt Lange Zeit der Stille zu Beginn der Dailys 																																																																																					
<p>Erschlossenes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																							
<p><u>Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Freiwillige Aktivierung der Kamera in Terminen des Dailys und der Retro Einführung einer täglichen persönlichen Kurzfrage im Daily Organisation und Durchführung eines virtuellen Teamevents Erstellung einer Team-Map bzgl. Verantwortlichkeiten und Rollen Einfügen eines persönlichen Fotos in MS Teams sowie Jira 		<p><u>Potenzialerschließung</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Steigerung des Lachens von 1,33 auf 9,12 Momente 67% der Teammitglieder schalten freiwillig die Kamera an </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Änderung von „Sizen“ auf „Duzen“ </td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Steigerung aller Potenzialfelder im Ø von 3,1 auf 4 Steigerung des Vertrauens von 3,4 auf 4,5 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> “Die Team-Map ist extrem hilfreich, ich habe da immer wieder drauf geschaut” “Sie hilft mir ein besseres Bild durch andere zu bekommen” </td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung des Lachens von 1,33 auf 9,12 Momente 67% der Teammitglieder schalten freiwillig die Kamera an 	<ul style="list-style-type: none"> Änderung von „Sizen“ auf „Duzen“ 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung aller Potenzialfelder im Ø von 3,1 auf 4 Steigerung des Vertrauens von 3,4 auf 4,5 	<ul style="list-style-type: none"> “Die Team-Map ist extrem hilfreich, ich habe da immer wieder drauf geschaut” “Sie hilft mir ein besseres Bild durch andere zu bekommen” 																																																																											
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																					
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung des Lachens von 1,33 auf 9,12 Momente 67% der Teammitglieder schalten freiwillig die Kamera an 	<ul style="list-style-type: none"> Änderung von „Sizen“ auf „Duzen“ 																																																																																					
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung aller Potenzialfelder im Ø von 3,1 auf 4 Steigerung des Vertrauens von 3,4 auf 4,5 	<ul style="list-style-type: none"> “Die Team-Map ist extrem hilfreich, ich habe da immer wieder drauf geschaut” “Sie hilft mir ein besseres Bild durch andere zu bekommen” 																																																																																					
<p>Erfüllung der Zielsystemelemente</p>																																																																																							
<p>Unterstützung (n=1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	U1			4,0			U2		3,0				U3				5,0		U4				5,0		U5			4,0			U6		3,0				<p>Anwendbarkeit (n=1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	A1			4,0			A2		3,0				A3				5,0		A4		3,0				A5			4,0			A6			4,0		
	1	2	3	4	5																																																																																		
U1			4,0																																																																																				
U2		3,0																																																																																					
U3				5,0																																																																																			
U4				5,0																																																																																			
U5			4,0																																																																																				
U6		3,0																																																																																					
	1	2	3	4	5																																																																																		
A1			4,0																																																																																				
A2		3,0																																																																																					
A3				5,0																																																																																			
A4		3,0																																																																																					
A5			4,0																																																																																				
A6			4,0																																																																																				
		<p>Erfolg (n=11)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td>3,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td>3,8</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td></td> <td>3,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td></td> <td>3,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	E1		3,9				E2		3,8				E3		3,5				E4		3,5																																																									
	1	2	3	4	5																																																																																		
E1		3,9																																																																																					
E2		3,8																																																																																					
E3		3,5																																																																																					
E4		3,5																																																																																					

Abbildung F.2: Ergebnisse der mittleren Validierungsiteration bei TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH

<p>Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> Phase 1 mit semi-strukturierten Interviews Phase 2 mit Fragebogenstudie Phase 3-4 <ul style="list-style-type: none"> Einmalige Maßnahmenumsetzung Evaluation der Maßnahmen in Fragebogenstudie 	<p>Weiterentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> Validierung durch Anwendung im industriellen Kontext Anwendung als Methode zur Softwareverbesserung für standortverteilte Teams Weitere Forschungsvorschläge 																																																																																																																			
<p>Identifiziertes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																																																				
<p><u>Potenzialfelder</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Änderungsmanagement und Entscheidungsprozesse Arbeit an einer Konfiguration über längeren Zeitraum Zusammenarbeit an einer Konfiguration 	<p><u>Potenzialbeschreibung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Fehlende Mechanismen zur Nachverfolgung und Statuswiedergabe im Änderungsmanagementprozess Entscheidungsprozessen des CAS Configurator Merlin nicht nachvollziehbar für alle Beteiligten 																																																																																																																			
<p>Erschlossenes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																																																				
<p><u>Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Implementierung von Kommentarfunktion im Konfigurator Möglichkeit der Vergabe eines internen Angebotsstatus zur besseren Organisation und Kooperation Entwicklung einer Übersicht offener Aufgaben 	<p><u>Potenzialerschließung</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td>• -</td> <td>• -</td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Ø Zufriedenheit der Arbeit an Konfiguration über längeren Zeitraum um 0,71 Verbesserung der Ø Zufriedenheit der Zusammen-arbeit an Konfiguration um 1,93 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> „Die Funktionen sehen alle sehr gut aus!“ „Die Möglichkeit Kommentare zu haben dürfte extrem hilfreich werden.“ </td> </tr> </tbody> </table>		Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	• -	• -	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Ø Zufriedenheit der Arbeit an Konfiguration über längeren Zeitraum um 0,71 Verbesserung der Ø Zufriedenheit der Zusammen-arbeit an Konfiguration um 1,93 	<ul style="list-style-type: none"> „Die Funktionen sehen alle sehr gut aus!“ „Die Möglichkeit Kommentare zu haben dürfte extrem hilfreich werden.“ 																																																																																																										
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																																																		
Objektiv	• -	• -																																																																																																																		
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Ø Zufriedenheit der Arbeit an Konfiguration über längeren Zeitraum um 0,71 Verbesserung der Ø Zufriedenheit der Zusammen-arbeit an Konfiguration um 1,93 	<ul style="list-style-type: none"> „Die Funktionen sehen alle sehr gut aus!“ „Die Möglichkeit Kommentare zu haben dürfte extrem hilfreich werden.“ 																																																																																																																		
<p>Erfüllung der Zielsystemelemente</p>																																																																																																																				
<p><u>Unterstützung (n=1)</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	U1			4,0			U2		3,0				U3			4,0			U4			4,0			U5	2,0					U6			4,0			<p><u>Anwendbarkeit (n=1)</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	A1			3,0			A2				5,0		A3				5,0		A4			4,0			A5			4,0			A6				5,0		<p><u>Erfolg (n=1)</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	E1					5,0	E2		3,0				E3			4,0			E4			4,0		
	1	2	3	4	5																																																																																																															
U1			4,0																																																																																																																	
U2		3,0																																																																																																																		
U3			4,0																																																																																																																	
U4			4,0																																																																																																																	
U5	2,0																																																																																																																			
U6			4,0																																																																																																																	
	1	2	3	4	5																																																																																																															
A1			3,0																																																																																																																	
A2				5,0																																																																																																																
A3				5,0																																																																																																																
A4			4,0																																																																																																																	
A5			4,0																																																																																																																	
A6				5,0																																																																																																																
	1	2	3	4	5																																																																																																															
E1					5,0																																																																																																															
E2		3,0																																																																																																																		
E3			4,0																																																																																																																	
E4			4,0																																																																																																																	

Abbildung F.3: Ergebnisse der späten Validierungsiteration bei CAS Software AG. Angepasste Darstellung aus Berger (2022)¹

¹ Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

<p>Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phase 1 und 2 in Workshop + Interviews • Kontinuierlich neue Maßnahmen in Interviews • Schwerpunktumsetzung in Teil des Teams • Integrativer Einbezug anderer Teams und Stakeholder in die Anwendung • Einmalige Anwendung über fünf Monate 	<p>Weiterentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition von Anforderungen an die Erstellung und Integration eines Kernteams für die Anwendung in Schnittstellenteams • Teamübergreifender Workshop mit Schulung • Einbindung zweier Priorisierungsmatrizen um Maßnahmenumsetzung zu ordnen
---	---

Identifiziertes Verbesserungspotenzial

<p><u>Potenzialfelder</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Wissensmanagement • Entscheidungsfindung • Kommunikation & Zusammenarbeit 	<p><u>Potenzialbeschreibung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurzfristige Änderung der Serienstandsinhalte nicht kommuniziert • Falsche Freigabe von Entwicklungsständen • Wiederkehrendes Erstellen ähnlicher Strukturen in Jira aufwendig • Keine Serienstandsübergreifende Arbeitsplanung in Jira
---	--

Erschlossenes Verbesserungspotenzial

<p><u>Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kurzschulungen & Abstimmungstermin • Kick-off-Termin für Serienstandsinhalte und regelmäßige Updates • Preislisten werden auch an Entwickler verteilt • Einführung einer Process Engine für Entwicklungsstände • Standardaufgaben werden per Excel in Jira importiert • Eintragen weiterer Serienstände in Jira 	<p><u>Potenzialerschließung</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;">Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von 5 auf 0 verspätet beantragte Konfigurationsmerkmale • 14 von 18 anwesend zeigt: Großes Interesse/Bedarf an neuem Abstimmungstermin </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Etwa 1 Tag weniger Fehlerbehebung pro Serienstand durch Process Engine • Jira Aufgaben in neuestem Serienstand bereits angelegt </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • 24 von 26 Teilnehmer finden Kickoff-Termin nützlich. • 6 von 7 Teilnehmer wollen mehr Kurzschulungen • 7 von 10 Entwickler fanden Preislisten nützlich </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • "Find' ich gut, passt super!" (Updates) • "Man kommt schneller auf einen Nenner." (Abs.termin) • "Das ist affengeil." (Pro. Eng.) • "Sie helfen." (Preislisten) </td> </tr> </tbody> </table>		Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von 5 auf 0 verspätet beantragte Konfigurationsmerkmale • 14 von 18 anwesend zeigt: Großes Interesse/Bedarf an neuem Abstimmungstermin 	<ul style="list-style-type: none"> • Etwa 1 Tag weniger Fehlerbehebung pro Serienstand durch Process Engine • Jira Aufgaben in neuestem Serienstand bereits angelegt 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> • 24 von 26 Teilnehmer finden Kickoff-Termin nützlich. • 6 von 7 Teilnehmer wollen mehr Kurzschulungen • 7 von 10 Entwickler fanden Preislisten nützlich 	<ul style="list-style-type: none"> • "Find' ich gut, passt super!" (Updates) • "Man kommt schneller auf einen Nenner." (Abs.termin) • "Das ist affengeil." (Pro. Eng.) • "Sie helfen." (Preislisten)
	Quantitativ	Qualitativ								
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von 5 auf 0 verspätet beantragte Konfigurationsmerkmale • 14 von 18 anwesend zeigt: Großes Interesse/Bedarf an neuem Abstimmungstermin 	<ul style="list-style-type: none"> • Etwa 1 Tag weniger Fehlerbehebung pro Serienstand durch Process Engine • Jira Aufgaben in neuestem Serienstand bereits angelegt 								
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> • 24 von 26 Teilnehmer finden Kickoff-Termin nützlich. • 6 von 7 Teilnehmer wollen mehr Kurzschulungen • 7 von 10 Entwickler fanden Preislisten nützlich 	<ul style="list-style-type: none"> • "Find' ich gut, passt super!" (Updates) • "Man kommt schneller auf einen Nenner." (Abs.termin) • "Das ist affengeil." (Pro. Eng.) • "Sie helfen." (Preislisten) 								

Erfüllung der Zielsystemelemente

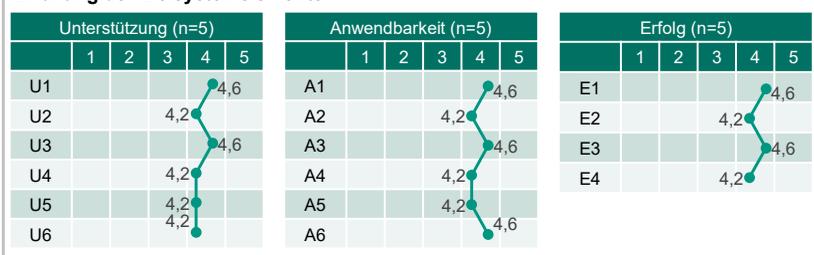


Abbildung F.4: Ergebnisse der späten Validierungsiteration bei TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH. Angepasste Darstellung aus Blum (2022)²

² Abschlussarbeit (unveröffentlicht)

<p>Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> Phase 1 – 4: Zweiteiliger Online Workshop Identifikation kritischer Aktivitäten in EDIT - Phase 1 kontinuierlich mit Umfrage vor und während jeder ProVIL-Phase Workshops für Teams jeweils getrennt Umsetzung der Maßnahmen begleitet und unterstützt durch ProVIL-Projektteam 		<p>Weiterentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> Spezifikation der Anforderungen an die Methode Integration der Kritikalitätsfaktoren in Online Workshop Erstellung der Umfrage zur Vorhersage und Auftreten der kritischen Aktivitäten 																																																																																					
<p>Identifiziertes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																							
<p><u>Potenzialfelder</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Vermeidung von Missverständnissen im Team Erkennen von potenziellen Problemen Konstruktiver Umgang mit Problemen Vorausschauende Planung 		<p><u>Potenzialbeschreibung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Ungenügende Absprachen innerhalb und außerhalb des Teams Zu lange, unstrukturierte Online Meetings Schwierige Terminabstimmungen 																																																																																					
<p>Erschlossenes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																							
<p><u>Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Einführung von Regelterminen zur Absprache im Team Einbindung des Projektpartners bei frühen Abstimmungen und Nutzung der Zielvereinbarung Einführung von Verantwortlicher Person für Timeboxing Langzeit Umfrage zur Terminabstimmung 		<p><u>Potenzialerschließung</u></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Produktbewertung um 1,64 Punkten (von 10) </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - </td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Problemvorhersage um 9% Positive Veränderungen in 3 von 4 Potenzialfeldern </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Aktivere und proaktivere Beteiligung bei der Verbesserung des Live-Labs </td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Produktbewertung um 1,64 Punkten (von 10) 	<ul style="list-style-type: none"> - 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Problemvorhersage um 9% Positive Veränderungen in 3 von 4 Potenzialfeldern 	<ul style="list-style-type: none"> Aktivere und proaktivere Beteiligung bei der Verbesserung des Live-Labs 																																																																											
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																					
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Produktbewertung um 1,64 Punkten (von 10) 	<ul style="list-style-type: none"> - 																																																																																					
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Problemvorhersage um 9% Positive Veränderungen in 3 von 4 Potenzialfeldern 	<ul style="list-style-type: none"> Aktivere und proaktivere Beteiligung bei der Verbesserung des Live-Labs 																																																																																					
<p>Erfüllung der Zielsystemelemente</p>																																																																																							
<p>Unterstützung (n=10)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td>2,7</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td></td> <td>2,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td>2,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td>2,9</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td></td> <td>2,2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td></td> <td>2,1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	U1		2,7				U2		2,6				U3		2,9				U4		2,9				U5		2,2				U6		2,1				<p>Anwendbarkeit (n=4)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td></td> <td>2,0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td>3,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td>3,5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td></td> <td>2,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td></td> <td>2,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td>3,8</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	A1		2,0				A2			3,0			A3			3,5			A4		2,5				A5		2,6				A6			3,8		
	1	2	3	4	5																																																																																		
U1		2,7																																																																																					
U2		2,6																																																																																					
U3		2,9																																																																																					
U4		2,9																																																																																					
U5		2,2																																																																																					
U6		2,1																																																																																					
	1	2	3	4	5																																																																																		
A1		2,0																																																																																					
A2			3,0																																																																																				
A3			3,5																																																																																				
A4		2,5																																																																																					
A5		2,6																																																																																					
A6			3,8																																																																																				
		<p>Erfolg (n=10)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td>2,4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td>2,6</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td></td> <td></td> <td>3,4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td></td> <td></td> <td>3,2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			1	2	3	4	5	E1		2,4				E2		2,6				E3			3,4			E4			3,2																																																								
	1	2	3	4	5																																																																																		
E1		2,4																																																																																					
E2		2,6																																																																																					
E3			3,4																																																																																				
E4			3,2																																																																																				

Abbildung F.5: Ergebnisse der Validierungsiteration im Live-Lab ProVIL

<p>Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung der EDiT-Methode integriert im Entwicklungssimulator (1,5 Tagesworkshop) Phase 1 und 2 als Retrospektive mit Umfrage und Ableitung von Maßnahmen in Miro Phase 2 im Team in 2. Sprint des Entwicklungssimulators Phase 4 als 2. Retrospektive mit Umfrage und Miro 		<p>Weiterentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> Integration der Vorhersage kritischer Aktivitäten in die Potenzialanalyse Integration einer 2. Retrospektive Erweiterung der Umfrage zur Erfassung messbarer Variablen des IST-Zustands Erweiterung der Umfrage um die Erhebung des Erfüllungsgrads der Zielsystemelemente 																																																																																																																																																	
<p>Identifiziertes Verbesserungspotenzial (Testgruppe 1)</p>																																																																																																																																																			
<p>Potenzialfelder</p> <ul style="list-style-type: none"> Iteratives, agiles Arbeiten Daten- & Wissensmanagement 		<p>Potenzialbeschreibung</p> <ul style="list-style-type: none"> Aufgaben zu groß geplant Sehr ungleiche Aufgabenverteilung, keinen Blick für Überlast Intransparenz über Informationsbedarf Undefinierte Ablage von Wissens-elementen 																																																																																																																																																	
<p>Erschlossenes Verbesserungspotenzial</p>																																																																																																																																																			
<p>Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> Schätzen von Aufwänden Aufgaben im Planning feingranularer aufsplitten Umfassendere Problemstellung nur in Teilteams besprechen Dateien in OneNote integrieren Struktur in OneNote analog zu Channels in MS Teams nachbauen OneNote-Hauptseite mit zentralen Infos und Dateien strukturieren 		<p>Potenzialerschließung</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Funktionserfüllung von 40 auf 90% </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Höherer Umsatz 25 € statt -3 € in der Kontrollgruppe </td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Verbesserung bei 8 von 10 gemessenen Merkmalen der Teamarbeit Verbesserung der ausgewählten Potenzialfelder um 0,5 Punkte </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> "Zusammenarbeit ist im Laufe des Workshops immer besser und zielführender geworden." "Wir haben unsere eigenen Schwächen identifiziert." </td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Funktionserfüllung von 40 auf 90% 	<ul style="list-style-type: none"> Höherer Umsatz 25 € statt -3 € in der Kontrollgruppe 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung bei 8 von 10 gemessenen Merkmalen der Teamarbeit Verbesserung der ausgewählten Potenzialfelder um 0,5 Punkte 	<ul style="list-style-type: none"> "Zusammenarbeit ist im Laufe des Workshops immer besser und zielführender geworden." "Wir haben unsere eigenen Schwächen identifiziert." 																																																																																																																																							
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																																																																																	
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Funktionserfüllung von 40 auf 90% 	<ul style="list-style-type: none"> Höherer Umsatz 25 € statt -3 € in der Kontrollgruppe 																																																																																																																																																	
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung bei 8 von 10 gemessenen Merkmalen der Teamarbeit Verbesserung der ausgewählten Potenzialfelder um 0,5 Punkte 	<ul style="list-style-type: none"> "Zusammenarbeit ist im Laufe des Workshops immer besser und zielführender geworden." "Wir haben unsere eigenen Schwächen identifiziert." 																																																																																																																																																	
<p>Erfüllung der Zielsystemelemente</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Unterstützung (n=10)</th> <th colspan="6">Anwendbarkeit (n=10)</th> <th colspan="6">Erfolg (n=10)</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,8</td> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,6</td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td>E2</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,4</td> <td></td> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td>3,3</td> <td></td> <td></td> <td>E3</td> <td></td> <td></td> <td>4,1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> <td>A4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> <td>E4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td></td> <td></td> <td>3,8</td> <td></td> <td></td> <td>A5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td></td> <td></td> <td>3,9</td> <td></td> <td></td> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Unterstützung (n=10)						Anwendbarkeit (n=10)						Erfolg (n=10)							1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	U1				4,3		A1					4,8	E1					4,6	U2			4,0			A2				4,0		E2			4,0			U3				4,4		A3			3,3			E3			4,1			U4				4,3		A4				4,3		E4				4,7		U5			3,8			A5				4,3								U6			3,9			A6				4,5							
Unterstützung (n=10)						Anwendbarkeit (n=10)						Erfolg (n=10)																																																																																																																																							
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5																																																																																																																																		
U1				4,3		A1					4,8	E1					4,6																																																																																																																																		
U2			4,0			A2				4,0		E2			4,0																																																																																																																																				
U3				4,4		A3			3,3			E3			4,1																																																																																																																																				
U4				4,3		A4				4,3		E4				4,7																																																																																																																																			
U5			3,8			A5				4,3																																																																																																																																									
U6			3,9			A6				4,5																																																																																																																																									

Abbildung F.6: Ergebnisse der Validierungsiteration in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators – Testgruppe 1

Anwendung <ul style="list-style-type: none"> Anwendung der EDIT-Methode integriert im Entwicklungssimulator (1,5 Tagesworkshop) Phase 1 und 2 als Retrospektive mit Umfrage und Ableitung von Maßnahmen in Miro Phase 2 im Team in 2. Sprint des Entwicklungssimulators Phase 4 als 2. Retrospektive mit Umfrage und Miro 		Weiterentwicklung <ul style="list-style-type: none"> Integration der Vorhersage kritischer Aktivitäten in die Potenzialanalyse Integration einer 2. Retrospektive Erweiterung der Umfrage zur Erfassung messbarer Variablen des IST-Zustands Erweiterung der Umfrage um die Erhebung des Erfüllungsgrads der Zielsystemelemente 																																																																																															
Identifiziertes Verbesserungspotenzial (Testgruppe 2)																																																																																																	
Potenzialfelder <ul style="list-style-type: none"> Methodenanwendung (Virtuelle) Kommunikation & Kollaboration 		Potenzialbeschreibung <ul style="list-style-type: none"> Backlog wurde nicht beachtet Kein ausreichenden S&P bevor losgelegt wird Nicht alle Teammitglieder gleich integriert Uneindeutige Kommunikationswege 																																																																																															
Erschlossenes Verbesserungspotenzial																																																																																																	
Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> Planning in Subteams einführen SPALTEN berücksichtigen Klare Aufgabenteilung zwischen vor Ort und virtuell zugeschalteten Personen Geeignete Kamarapositionierung, sodass alle mitwirken können Agile Rollenaufteilung Jeden in Teams zu Wort kommen lassen in gemeinsamen Meetings 		Potenzialerschließung <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Quantitativ</th> <th>Qualitativ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Funktionserfüllung von 40 auf 65% </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Höherer Umsatz 16,5 € statt -3 € in der Kontrollgruppe </td> </tr> <tr> <td>Subjektiv</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Verbesserung bei 10 von 10 gemessenen Merkmalen der Teamarbeit Verbesserung der ausgewählten Potenzialfelder um 0,6 Punkte </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> “Wir ziehen alle an einem Strang.” “Wir haben uns als Team gut gefunden und unsere Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt.” </td> </tr> </tbody> </table>			Quantitativ	Qualitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Funktionserfüllung von 40 auf 65% 	<ul style="list-style-type: none"> Höherer Umsatz 16,5 € statt -3 € in der Kontrollgruppe 	Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung bei 10 von 10 gemessenen Merkmalen der Teamarbeit Verbesserung der ausgewählten Potenzialfelder um 0,6 Punkte 	<ul style="list-style-type: none"> “Wir ziehen alle an einem Strang.” “Wir haben uns als Team gut gefunden und unsere Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt.” 																																																																																					
	Quantitativ	Qualitativ																																																																																															
Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Steigerung der Funktionserfüllung von 40 auf 65% 	<ul style="list-style-type: none"> Höherer Umsatz 16,5 € statt -3 € in der Kontrollgruppe 																																																																																															
Subjektiv	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung bei 10 von 10 gemessenen Merkmalen der Teamarbeit Verbesserung der ausgewählten Potenzialfelder um 0,6 Punkte 	<ul style="list-style-type: none"> “Wir ziehen alle an einem Strang.” “Wir haben uns als Team gut gefunden und unsere Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt.” 																																																																																															
Erfüllung der Zielsystemelemente																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="5">Unterstützung (n=10)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U2</td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>U5</td> <td></td> <td></td> <td>3,8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>U6</td> <td></td> <td></td> <td>3,9</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Unterstützung (n=10)					1	2	3	4	5	U1				4,3		U2			4,0			U3				4,4		U4				4,3		U5			3,8			U6			3,9			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="5">Anwendbarkeit (n=10)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,8</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td></td> <td></td> <td>3,3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>			Anwendbarkeit (n=10)					1	2	3	4	5	A1					4,8	A2				4,0		A3			3,3			A4				4,3		A5				4,3		A6					4,5
	Unterstützung (n=10)																																																																																																
	1	2	3	4	5																																																																																												
U1				4,3																																																																																													
U2			4,0																																																																																														
U3				4,4																																																																																													
U4				4,3																																																																																													
U5			3,8																																																																																														
U6			3,9																																																																																														
	Anwendbarkeit (n=10)																																																																																																
	1	2	3	4	5																																																																																												
A1					4,8																																																																																												
A2				4,0																																																																																													
A3			3,3																																																																																														
A4				4,3																																																																																													
A5				4,3																																																																																													
A6					4,5																																																																																												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="5">Erfolg (n=10)</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,6</td> </tr> <tr> <td>E2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4,7</td> </tr> </tbody> </table>			Erfolg (n=10)					1	2	3	4	5	E1					4,6	E2				4,0		E3				4,1		E4					4,7																																																											
	Erfolg (n=10)																																																																																																
	1	2	3	4	5																																																																																												
E1					4,6																																																																																												
E2				4,0																																																																																													
E3				4,1																																																																																													
E4					4,7																																																																																												

Abbildung F.7: Ergebnisse der Validierungsiteration in der labornahen Umgebung des Entwicklungssimulators – Testgruppe 2