der Bundeswehr
Universität München

Ein Beitrag zur Führungsunterstützung agiler Produktentwicklungsprojekte

Eine deutsch-militärische Führungsperspektive zur kritischen Analyse des Scrum-Frameworks

Marvin Michalides, M.Sc.

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik der Universität der Bundeswehr München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Gutachter / Gutachterin:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Koch
   (Universität der Bundeswehr München)
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold-Byhain
   (Technische Universität Dresden)

Die Dissertation wurde am 02.09.2025 bei der Universität der Bundeswehr München eingereicht und durch die Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik am 13.02.2026 angenommen. Die mündliche Prüfung fand am 02.03.2026 statt.

Vorwort

Die vorliegende Dissertationsschrift ist während meiner Tätigkeit am Institut für Technische Produktentwicklung an der Universität der Bundeswehr München im Zeitraum von 2021 bis 2024 entstanden. Die vergangenen Jahre stellten eine wertvolle und bereichernde Etappe auf meinem persönlichen Lebensweg dar. Die zahlreichen inspirierenden Gespräche und die konstruktiv-kritisch geführten Diskussionen haben mich auf diesem Weg begleitet. Diese Arbeit wäre ohne die Unterstützung zahlreicher Personen nicht möglich gewesen, wofür ich meine tiefste Dankbarkeit zum Ausdruck bringen möchte. Ein besonderer Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die mich stets außerhalb des fachlichen Diskurses ermutigt haben, meinen gedachten Lebensweg Wirklichkeit werden zu lassen. Im Geiste dessen möchte ich mich ferner bei meinen Promotoren und Betreuern Prof. Dr.-Ing. Alexander Koch und Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold-Byhain bedanken. Die Möglichkeit zur Promotion und zur Gestaltung einer kreativen Forschungsarbeit schenkte mir den Mut und das Vertrauen, eigene Ideen und Inhalte zu realisieren. Darüber hinaus bedanke ich mich herzlichst für die stets konstruktive Betreuung und dafür, dass ich jederzeit Fragen stellen und Einschätzungen offen diskutieren konnte. Dies war für mich äußerst wertvoll. An dieser Stelle möchte ich meinem Mentor Dr.-Ing. Stefan Weiss meinen besonderen Dank aussprechen, mit dem ich mich blendend verstanden wissen will und dessen Beiträge und Ratschläge von immenser Wichtigkeit und Bedeutung für diese Arbeit waren. Die intensiv geführten Dialoge haben maßgeblich zur Anreicherung meines Wissens beigetragen. Ich erinnere mich gerne an die zahlreichen Konferenzen, Podiumsdiskussionen und Gespräche, deren Inhalte

auch stets durch eine humorvolle Note abgerundet worden sind. Ich habe hiervon im hohen Maße profitiert. Insbesondere die anschließenden Diskurse mit praktizierenden Agilisten sowie die Aufnahme ihrer Perspektiven haben die vorliegende Arbeit zusätzlich geschärft. Ausdrücklicher Dank gilt ferner all jenen Personen, die mich im Rahmen dieser Arbeit als Interviewpartner oder Umfrageteilnehmer unterstützt haben. Insbesondere möchte ich mich bei dem Bundesministerium der Verteidigung für die Genehmigung zur Durchführung eines Teilforschungsprojektes bedanken, in derer mich Soldaten und Zivilangestellte der Bundeswehr gleichermaßen unterstützt haben. Mein Dank gilt auch den zahlreichen anonymen Experten und Agilisten der industriellen Praxis, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Ferner möchte ich mich für die Möglichkeit einer Hospitation bei Webasto SE bedanken. Die inspirierenden Einblicke des agil gemanagten Projektes zur Entwicklung der CV NextGen Battery waren für die vorliegende Arbeit sehr wertvoll. In diesem Zusammenhang gilt mein aufrichtiger Dank Dr.-Ing. Tobias Schmidt, der als Alumni des Institutes maßgeblich zur Umsetzung der Hospitation beigetragen hat und stets bereit war, Rede und Antwort zu stehen. Mein Dank gilt ebenfalls dem Verein Deutscher Ingenieure e.V., bei dem ich während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachausschuss 710 des Fachbereichs Produktentwicklung und Projektmanagement ehrenamtlich engagiert war. Dort konnten wir einen wertvollen Austausch zur agilen Entwicklung mechatronischer Systeme pflegen. An dieser Stelle möchte ich einen besonderen Dank an Prof. Dr.-Ing. Nikola Bursac aussprechen, der mich insbesondere in der Anfangszeit mit geschätzten Ratschlägen gewinnbringend unterstützt hat. Aber auch die Gespräche mit weiteren Mitgliedern des Fachausschusses 710 möchte ich nicht missen. Zu guter Letzt möchte ich meinen Kollegen vom Institut für Technische Produktentwicklung (ITPE) für die stets empathische Unterstützung, für die Kollegialität sowie die vielen positiven Erinnerungen danken. Ein besonderer Dank gilt meinem Bürokollegen und Freund Emir Gadzo. Ich erinnere mich sehr gerne an unsere gemeinsame Zeit im Büro 2316. Der kollegiale und

zugleich humorvolle Austausch hat die tägliche Arbeit immens bereichert. Ferner danke ich namentlich Dr.-Ing. Alexander Atzberger, Dr.-Ing. Jan Mehlstäubl, Dr.-Ing. Martin Denk, Dr.-Ing. Joaquin Montero, Laura Wirths, Simon Jakob Nicklas, Florian Günther und Alexander Schlegel.

An diesem Punkt sei darauf hingewiesen, dass die Dissertationsschrift an einigen Stellen mit erklärenden Einschüben und Anmerkungen ergänzt worden ist. Diese Praxis weicht zwar vom formalen Stil einer streng formulierten wissenschaftlichen Publikation ab, erweist sich jedoch im Kontext dieser Monografie als zweckmäßig. Es ist zu hoffen, dass insbesondere Studierende und wissenschaftliche Mitarbeitende von diesen Ergänzungen profitieren. Abschließend sei angemerkt, dass bei der Anfertigung dieser Arbeit keine künstliche Intelligenz (Large Language Models) zur inhaltlichen, konzeptionellen oder argumentativen Erstellung genutzt wurde. Zudem wird in der vorliegenden Arbeit das generische Maskulinum verwendet, um die Lesbarkeit der Dissertation zu erleichtern. Sämtliche Personenbezeichnungen beziehen sich, sofern nicht ausdrücklich anders kenntlich gemacht, gleichermaßen auf weibliche, männliche und diverse Personen. Sie sind folglich geschlechtsneutral zu verstehen.

Gotha, im August 2025
Marvin Michalides

Kurzfassung

Kontemporäre Produktentwicklungsprojekte werden zunehmend von volatilen, unsicheren, komplexen und ambiguen (VUCA) Umweltbedingungen beeinflusst, wodurch die Wirksamkeit etablierter Managementansätze beeinträchtigt wird. Im Umgang mit diesen VUCA-Bedingungen haben sich daher agile Ansätze und Methoden im Allgemeinen sowie die Anwendung von Scrum im Speziellen als praktikable Lösungen erwiesen. Ausgangssituation

Nichtsdestotrotz bleibt die situations- und kontextspezifische Anwendung der in der Softwareentwicklung prominent gewordenen agilen Ansätze und Methoden von mannigfaltigen Herausforderungen geprägt, da theoretische Grundlagen fehlen oder nur fragmentiert vorhanden sind. Die Anwendung des Scrum-Frameworks, wie im Scrum Guide beschrieben, entspricht zum Beispiel nicht der Realität von Unternehmen, die mechatronische Produkte entwickeln. Situations- und kontextspezifische Anpassungen sind daher nicht nur notwendig, sondern auch empirisch belegte industrielle Praxis. Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Forschungsdiskurses zur Agilität, leiten sich sowohl aus akademischer als auch aus praktischer Perspektive Handlungsbedarfe zur methodischen Unterstützung bestehender Anpassungsnotwendigkeiten ab. Diese Anpassungsnotwendigkeiten betreffen insbesondere das Themenfeld der Führung. Problemstellung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, agil gemanagte Produktentwicklungsprojekte durch die systematische Gestaltung und Aufbereitung eines Ergebnisartefakts zu unterstützen, um situations- und kontextspezifische Anpassungen im Bereich von Führung zu erleichtern. Zielsetzung

Für die wissenschaftliche Bearbeitung der Zielsetzung wird die Design Research Methodology als methodisches Rahmenwerk Forschungsansatz

verwendet. Die vorliegende Arbeit entwickelt mittels systemischen Denkens Analogien zwischen produktentwickelnder und militärischer Praxis und kontrastiert diese miteinander. Dabei basiert die Untersuchung auf der Annahme, dass Elemente, Beziehungen und Wirkmechanismen zur Führung von militärischen Operationen unter extremen VUCA-Bedingungen analog zu denen des agilen Managements von Projekten unter VUCA-Bedingungen sind. Im Fokus der Analogiebildung steht Scrum, das in der industriellen Praxis als etablierter Standard gilt. Mit Hilfe eines Analogieschlusses lassen sich einzelne Elemente theoretisch präzisieren und weiterentwickeln. Eine systemtheoretisch vorgenommene Konzeptualisierung von Agilität liefert hierbei den theoretischen Rahmen.

Ergebnisse

Das erste Ergebnisartefakt dieser Arbeit stellt eine theoretische Präzisierung des Agilitätskonzepts dar, wobei Agilität sowohl als Attribut als auch als Konstrukt begriffen und konzeptualisiert wird. Das zweite und zentrale Ergebnisartefakt dieser Arbeit repräsentiert eine Modifikation des Scrum-Frameworks, in der einzelne Elemente präzisiert oder aus der deutsch-militärischen Operationsführung übernommen sind. Mit Hilfe dieser beiden symbiotisch zueinanderstehenden Ergebnisartefakte lässt sich zeigen, dass das Führungsprozesselement sowohl für das Scrum-Framework als auch für das Agilitätskonstrukt konstituierend und somit notwendig ist.

Beitrag

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstützen Anwender dabei, agil gemanagte Produktentwicklungsprojekte in Abhängigkeit ihres spezifischen Kontexts effektiv und effizient zu gestalten, indem Führungselemente und ihre Wirkmechanismen transparent zugänglich gemacht werden. Durch die Offenlegung jener Elemente können bedarfsgerechte Anpassungen vorgenommen, eigene Lösungen konfiguriert und missverständliche Interpretationen mitigiert werden. Aus akademischer Perspektive werden bestehende Konzepte hinsichtlich Agilität vertieft und theoretisch weiterentwickelt, indem zum Beispiel Scrum als Führungsframework und Fraktal neu interpretiert wird, dessen strukturelle Elemente sowie Wirkmechanismen sowohl in stabilen als auch unter extremen VUCA-Bedingungen Anwendung finden.

Abstract

Contemporary product development projects are increasingly influenced by volatile, uncertain, complex, and ambiguous (VUCA) conditions, which impair the effectiveness of established management approaches. In this context, agile approaches in general, as well as Scrum in particular, have become widely used practical solutions for addressing VUCA-conditions. Current situation

However, adapting the agile approach, which has gained particular prominence in software development, to context-specific situations remains challenging due to the lack of a solid theoretical foundation. For instance, the prescribed use of Scrum, as outlined in the Scrum Guide, often fails to reflect the realities of the development of mechatronic products in practice. The necessity of context- and situation-specific adaptations is both well-established and empirically substantiated in industrial practice. Considering the current state of the art, both academic and practical perspectives highlight the need for enhanced methodological support in order to meet existing adaptation demands. These demands are closely linked to the context of leadership. Problem statement

The objective of this thesis is to support agile product development projects by systematically designing and refining an artifact, in order to facilitate situation- and context-specific adaptations related to the field of leadership. Objective

The Design Research Methodology serves as the methodological framework for addressing the research objective in a scientifically rigorous manner. By adopting a systemic perspective, this thesis first draws analogies between product development and military concepts before contrasting them. The author of this thesis assumes that the elements, relationships, and mechanisms of actions relevant in leading military operations under extreme VUCA conditions are analogous to those in agile project management under VUCA conditions. This investigation focuses on Scrum, recognized as the standard agile methodology in industrial practice. By contrasting military and Scrum concepts, individual elements can be Research approach

theoretically refined and further developed. A systems-theoretical conceptualization of agility serves as a theoretical foundation for this process.

Results

The first artifact contributes to the theoretical refinement of the concept of agility, whereby agility is understood and conceptualized both as an attribute and as a construct. The second and most significant artifact represents a modification of the Scrum framework, in which individual elements are either further differentiated or adopted from the German Army in leading military operations. These two symbiotically related artifacts illustrate that certain elements are constitutive for both the Scrum framework and the agility construct.

Contribution

The findings presented in this thesis support practitioners in effectively and efficiently managing agile product development projects by providing transparently structural elements and their concrete mechanisms of action. Unveiling these elements enables designing context-specific adaptations, configuring tailored solutions, and mitigating misleading interpretations. From an academic perspective, this thesis enriches and theoretically advances existing concepts regarding agility, for example by reinterpreting Scrum as a leadership framework and a fractal whose structural elements and mechanisms of action apply in both stable and extreme VUCA conditions.

Inhalt

Abbildungsverzeichnis . . . . . **XV**

Tabellenverzeichnis . . . . . **XXVII**

Abkürzungen . . . . . **XXXIII**

1 Einleitung **1**
1.1 Ausgangssituation 1
1.2 Problemstellung 5
1.3 Zielsetzung 9
1.3.1 Forschungshypothesen 10
1.3.2 Forschungsfragen 12
1.4 Umfang und Struktur 13

2 Theoretische Grundlagen **17**
2.1 Projektmanagement 19
2.2 Produktentwicklung 24
2.2.1 Allgemeines zur Produktentwicklung 24
2.2.2 Prozessmodelle der Produktentwicklung . . . 28
2.2.3 Zwischenfazit 40
2.3 Kontext und Randbedingungen 41
2.3.1 Produkttypen 42
2.3.2 VUCA-Bedingungen 47
2.3.3 Zwischenfazit 54
2.4 Agilität 56
2.4.1 Verständnis von Agilität 56
2.4.2 Agiles Projektmanagement 64
2.4.3 Agile Produktentwicklung 72
2.4.4 Agile Methoden 90
2.5 Schlussfolgerungen und Fazit 115

3 Exkurs militärische Grundlagen 121
3.1 Allgemeines zum Militär 121
3.2 Kontext und Randbedingungen 125
3.2.1 Extreme VUCA-Bedingungen 126
3.3 Militärische Operationsführung 129
3.3.1 Unterschiede zwischen Militärs 135
3.3.2 Unterschiede zum zivilen Management 142
3.4 Schlussfolgerungen und Fazit 146

4 Forschungsansatz 149
4.1 Design Research Methodology 150
4.2 Methodeneinsatz in der Design Research Methodology 153
4.2.1 Klärung des Forschungsgegenstands 153
4.2.2 Methodeneinsatz Deskriptive Studie I 155
4.2.3 Methodeneinsatz Präskriptive Studie 160
4.2.4 Methodeneinsatz Deskriptive Studie II 169
4.3 Fazit 175

5 Ergebnisse 177
5.1 Präzisierung des Agilitätskonzeptes 177
5.1.1 Agilität als Attribut 179
5.1.2 Agilität als Konstrukt 185
5.2 Konzeptualisierung militärischer Operationsführung 190
5.3 Vergleich zum Scrum-Framework 201
5.3.1 Artefakte 203
5.3.2 Events 204
5.3.3 Rollen 205
5.3.4 Verhaltenselemente 209
5.4 Analysegestützte Modifikation des Scrum-Frameworks 212
5.5 Validierung in der industriellen Praxis 224
5.6 Fazit 228

6 Diskussion 231
6.1 Einordnung anwendungsbezogener Phänomene des Scrum-Frameworks und der militärischen Praxis . . . 232
6.1.1 Auflösung von Prozesselementen 232
6.1.2 Rollen- und Teamschnitt 240
6.1.3 Ziel- und Absichtskommunikation 245

6.1.4 Partizipation am Führungsprozess 250
6.1.5 Skalierung und Organisationsstrukturen . . . 257
6.2 Interpretation der Validierungsergebnisse 270
6.3 Positionierung des Agilitätskonzeptes 274
6.3.1 Präzisierung des Attributs und Konstrukts . . 275
6.3.2 Verbindungen zum Scrum-Framework 279
6.4 Fazit 283

7 Schlussbemerkungen 287
7.1 Zusammenfassung 287
7.1.1 Beantwortung der Forschungsfragen 289
7.1.2 Beitrag zur Wissenschaft 292
7.1.3 Beitrag zur Praxis 296
7.1.4 Reflexion der Zielerreichung 298
7.2 Limitationen 299
7.3 Ausblick 302

Glossar 303

Literatur 317

Eigene Publikationen 363

A Anhang 367
A.1 Darstellung: Konzept zur Analogiebildung 368
A.2 Fragebogen Interviews Bundeswehr 369
A.3 Fragebogen Validierung Industrie 372
A.4 Agilitätsdefinitionen 374
A.5 Auszug von Abbildungen in deutscher und englischer Sprache 382
A.6 Statistische Berechnungsgrundlagen für Stichproben 393
A.7 Fallbeispiel A - Detaillierter Überblick zu den Antworten der Teilnehmer 394
A.8 Fallbeispiel B - Detaillierter Überblick zu den Antworten der Teilnehmer 397
A.9 Anmerkungen zu den Annahmen und Ergebnissen der Dissertation aus militärischer Sicht 401
A.10 Vereinfachtes Befehlsschema 404
A.11 Schematische Darstellung eines Ziel-Wirkungs-Kaskade405

Abbildungsverzeichnis

2.1 Illustration des Trichteransatzes zur Strukturierung der Inhalte der theoretischen Grundlagen 18

2.2 Illustration zur Durchführung von Projekten aus einer Phasen- und Prozessperspektive (vgl. Meyer and Reher, 2020, S. 15; PMI, 2008, S. 18 ff.); Die Projektprozesse können sich ferner innerhalb der Projektphasen widerspiegeln. 21

2.3 Darstellung der Dualität von Führung und Management zur Erreichung von Projektzielen respektive Zielen im Allgemeinen 22

2.4 Der Produktlebenszyklus sowie Einordnung der Produktentstehung und Produktentwicklung nach Lindemann (2016, S. 402) 25

2.5 Der Produktentstehungsprozess als zyklische Abfolge von wechselwirkenden Aufgaben bis zum Übergang der Produktherstellung Gausemeier et al. (2018, S. 90); Genehmigung zur Reproduktion durch Hanser Verlag erhalten 26

2.6 Vereinfachte Darstellung des Produktentwicklungsprozesses sowie exemplarisch korrespondierende Begleitprozesse in Anlehnung an Paetzold, 2020; Bender and Gericke, 2021, S. 67; Die Verbindung zwischen Projektmanagement und Produktentwicklung wird in der Visualisierung durch gleich lange Prozesspfeile hervorgehoben. 27

2.7 Darstellung des im Rahmen dieser Arbeit zugrunde gelegten Verständnisses von Prozesselementen zur Beschreibung der daraus resultierenden Prozesse (vgl. Koppe, 2012, S. XVI; Kantelberg, 2018, S. 25); Es ist zu beachten, dass auch Rollen oder gar Werkzeuge Bestandteil eines Prozessmodells oder einer Prozessbeschreibung sein können. 29
2.8 Darstellung des Stage-Gate-Modells in Anlehnung an Cooper, 2008, S. 215; Cooper, 2014, S. 21; Jeder Stage folgt ein Gate, welches als Kontrollpunkt dient und an definierten Entscheidungskriterien gekoppelt ist, damit dieses passiert oder nicht passiert werden kann. 30
2.9 Darstellung des integrierten Produktentstehungsmodell gemäß Albers and Braun, 2011, S. 12; Bursac, 2016, S. 26; Albers et al., 2016, S. 101; Das Akronym SPALTEN beschreibt eine Problemlösungsmethodik (vgl. Albers et al., 2005, S. 4 ff.); Genehmigung zur Reproduktion durch den Autor erhalten 32
2.10 Visualisierung des allgemeinen Modells der Produktentwicklung gemäß VDI, 2019, S. 31; Genehmigung zur Reproduktion durch den Verein Deutscher Ingenieure e.V. erhalten 33
2.11 Illustration des V-Modells zur Entwicklung von cyberphysischen Systemen gemäß VDI (2021a, S. 22); Genehmigung zur Reproduktion durch den Verein Deutscher Ingenieure e.V. erhalten 34
2.12 Darstellung des Vorgehensmodells nach Pahl und Beitz (Pahl and Beitz, 1977, S. 52; Bender and Gericke, 2021, S. 86); Genehmigung zur Reproduktion durch den Springer Verlag erhalten 36
2.13 Visualisierung des Münchner Produktkonkretisierungsmodells nach Ponn and Lindemann (2011, S. 28); Genehmigung zur Reproduktion durch den Springer Verlag erhalten 37
2.14 Illustration des Spiral Modells in Anlehnung an Boehm (1988, S. 64) 38

2.15 Darstellung der Anpassungsnotwendigkeiten von Methodiken, Prozessmodellen oder Ähnlichem auf die Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens in Anlehnung an Hollauer and Lindemann (2017, S. 611); Der tatsächlich durchgeführte Prozess auf Projektebene unterscheidet sich folglich vom generischen Prozessmodell. 41
2.16 Qualitative Unterschiede hinsichtlich des Zeit- und Ressourcenaufwands zwischen Hardware- und Softwareprodukten in Anlehnung an Socha and Walter, 2006, S. 547; Schmidt, 2019, S. 28; Atzberger, 2022, S. 37 43
2.17 Darstellung des CV Standard-Batteriesystems der Webasto Group als Beispiel eines mechatronischen Produkts; das System wird in andere Systeme integriert (Webasto Group, 2024); Genehmigung zur Reproduktion durch die Webasto Group erhalten . . 44
2.18 Darstellung des Ökosystems cyber-physischer Systeme nach Graessler and Hentze (2020, S. 315) . . . 46
2.19 Zusammenhang zwischen der Information und der Unsicherheit in Prozessen und Modellen nach Knetsch (2004, S. 32) und Pendzik et al. (2023, S. 2168) . . . 50
2.20 Exemplarische Parametrisierung von Komplexität aus einer Produktentwicklungsperspektive sowie die Abgrenzung zur Kompliziertheit nach Maurer (2017, S. 22) 52
2.21 Vereinfachtes Denkmodell zur Anreicherung oder Präzisierung des Agilitätskonzepts, um kontext- und situationsspezifische Anpassungen zu unterstützen. Die gestrichelten Pfeile stellen nicht visualisierte Erweiterungen dar. 60
2.22 Visualisierung der Iterations-Wolken-Metapher zur Darstellung agil gemanagter Projekte in Anlehnung an Oestereich (2008, S. 20) 66
2.23 Visualisierung eines Vorgehensmodells nach der Methodik von Stelzmann (2011, S. 153); Genehmigung zur Reproduktion durch die Technische Universität Graz erhalten 74

2.24 Darstellung des Agile-Stage-Gate Ansatzes nach Sommer et al. (2015, S. 40) 76

2.25 Visualisierung der Methodik der agilen Prozessplanung im Produktentstehungsprozess nach Schneider (2015, S. 123); Genehmigung zur Reproduktion durch den Shaker Verlag erhalten 77

2.26 Visualisierung des Konzepts der Methodik zur Gestaltung agiler Produktentwicklungsprozesse nach Kantelberg (2018, S. 109); Genehmigung zur Reproduktion durch den Apprimus Verlag erhalten 79

2.27 Illustration zur Unterstützung der Auswahl eines situations- und bedarfsabhängigen Maßes an Agilität nach Albers et al. (2019c, S. 841); Genehmigung zur Reproduktion durch den Elsevier Verlag erhalten 81

2.28 Illustration des Wertemodells zur Beschreibung von Interdependenzen im Kontext der agilen Mechatronikentwicklung nach Atzberger (2022, S. 101); Das AiM-Modell folgt der Logik des Konzepts des intergrierten Managements, auch als St. Galler Management-Konzept bekannt (vgl. Bleicher, 1991, S. 49 ff.). . . . 84

2.29 Illustration der konsekutiven Schritte der Methodik zur kontextbasierten Integration agiler und plangetriebener Entwicklungsprozesse nach Ays (2022, S. 113); Genehmigung zur Reproduktion durch den Apprimus Verlag erhalten 86

2.30 Visualisierung von Scrum in Anlehnung an Lawong and Akanfe (2024, S. 2) 95

2.31 Schematische Darstellung eines Product Backlogs sowie dessen konstituierende Product Backlog Items in Anlehnung an Rubin (2012, S. 105); Die Product Backlog Items sind unterschiedlich priorisiert und weisen in der Regel variierende Arbeitsaufwände sowie Detaillierungsgrade auf. Der Product Backlog unterliegt stetigen Überarbeitungen (Refinement). . . . 97

2.32 Illustration einer nach dem Scrum-Framework entwickelten drehzahlgeregelten Inline-Pumpe des Unternehmens KSB SE & Co. KGaA; die dargestellten Inkremente sind nicht vollständig (KSB SE & Co. KGaA, 2022); Genehmigung zur Reproduktion durch die KSB SE & Co. KGaA erhalten 99

2.33 Illustration eines Scrum of Scrums gemäß der Scrum Inc. (Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 8); Genehmigung zur Reproduktion durch die Scrum Inc. erhalten 108

2.34 Illustration des S@S-Frameworks gemäß der Scrum Inc. (Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 4); Genehmigung zur Reproduktion durch Scrum Inc. erhalten 109

2.35 Illustration des LeSS-Frameworks gemäß The LeSS Company B.V. (Larman and Vodde, 2019, S. 8); Genehmigung zur Reproduktion durch The LeSS Company B.V. erhalten 110

2.36 Illustration des Nexus™-Frameworks gemäß Ken Schwaber und Scrum.org™ (Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 5); Genehmigung zur Reproduktion durch Scrum.org™ erhalten 111

2.37 Illustration des Gesamtbildes des SAFe®-Frameworks gemäß Scaled Agile (2024); Genehmigung zur Reproduktion durch Scaled Agile, Inc. erhalten; SAFe und Scaled Agile Framework sind registrierte Trademarks der Scaled Agile, Inc. 113

2.38 Illustration des SAFe®-Frameworks in der Essential-Konfiguration gemäß Scaled Agile (2024); Genehmigung zur Reproduktion durch Scaled Agile, Inc. erhalten; SAFe und Scaled Agile Framework sind registrierte Trademarks der Scaled Agile, Inc. 113

3.1 Zusammenhang der militärischen Führungsebenen in Anlehnung an BMVg (2022c, S. 19) 123

3.2 Blickwinkel der Planung: Visualisierung beständiger Unschärfen am Beispiel militärischer Operationen; Die Flächen der Dreiecke indizieren das Maß der Unschärfe zum geschätzten Zeitpunkt. Die Absicht wirkt als Leitrahmen einer militärischen Operation. Diese kann Änderungen unterliegen. 127
3.3 Blickwinkel der Handlung: Visualisierung beständiger Unschärfen am Beispiel militärischer Operationen; Die Flächen der Dreiecke indizieren das Maß der Unschärfe zum jeweiligen Zeitpunkt. Die Absicht wirkt als Leitrahmen einer militärischen Operation. Diese kann Änderungen unterliegen. 128
3.4 Der deutsche Führungsprozess als zyklische Abfolge von Teilprozessen (BMVg, 2017c, S. 6); Genehmigung zur Reproduktion durch das Bundesministerium der Verteidigung erhalten 134
3.5 Operations- und Führungsprozess in Anlehnung an das NSO (2016, S. 6), NSO (2009, S. 84) und NSO (2018, S. 19) 139
3.6 OODA-Loop in Anlehnung an die Originalskizze von John Boyd und deren Verfeinerung von Chuck Spinney (Coram, 2002, S. 344) 140
3.7 PDCA-Zyklus in Anlehnung an Moen and Norman (2010, S. 27); Originalkonzept von Walter Andrew Shewhart sowie dessen Verfeinerung von William Edwards Deming (Moen and Norman, 2010, S. 24) . . . 144
3.8 Modell des Situationsbewusstseins in Anlehnung an die Skizze von Mica Endsley (Endsley, 1995, S. 35) . 145

4.1 Design Research Methodology nach Blessing and Chakrabarti (2009, S. 15) 150
4.2 Typen von Forschungsprojekten im Bereich der Produktentwicklung nach Blessing and Chakrabarti (2009, S. 18); Iterationen sind nicht dargestellt. 152
4.3 Verortung der Forschungsergebnisse innerhalb der vorliegenden Dissertation 153
4.4 Veranschaulichung der Ergebnisartefakte der deskriptiven Studie I 156

4.5 Veranschaulichung der Prozessschritte der Literaturrecherche 157

4.6 Darstellung der Kernidee; Abstrahierte Elemente sowie deren Funktion werden auf generischer Ebene miteinander verglichen, um Wirkmechanismen sichtbar zu machen. Die Adaptionshürde (Kontext) muss folglich Berücksichtigung finden. Die Illustration des generischen Vorgehens findet sich im Anhang A.1 wieder. 162

5.1 Simplifiziertes Denkmodell der Konzeptualisierung . 178

5.2 Visualisierung der Ziel- und Nutzenperspektive (Output-Outcome) von Agilität am Beispiel eines Projekts . . 183

5.3 Visualisierung des Agilitätskonstrukts sowie jener Idee, die *Black Box* kontext- und domänenunabhängig auf einer Meta-Ebene zu systematisieren; Die Verbindung zum *Attribut* ist über den illustrierten Output gegeben, siehe Abbildung 5.1. Die Elemente der Abbildung repräsentieren Strukturelemente. 188

5.4 Vereinfachte Darstellung einer hierarchischen Systemstruktur, die durch Prozesselemente und bidirektionale Beziehungen konkretisiert wurde 190

5.5 Systemische Darstellung eines singulär linearisierten Führungsprozesses und dessen Subelemente durch Projektion eines einzelnen Zyklus 191

5.6 Konsekutive Prozessschleife sowie Entkopplung der militärischen Führungs- und Handlungsprozesse . . 193

5.7 Das *Basismodell* des Führungsframeworks zur Führung militärischer Operationen aus einer Prozessperspektive: *[1]Vertikale Orientierung; *[2]Horizontale Orientierung; *[3]Militärischer Prozess des Handelns . 194

5.8 Das *Basismodell* des Scrum-Frameworks für das Management agiler Projekte aus einer Prozessperspektive in Anlehnung an Sutherland and Schwaber (2020) und Abbildung 2.30 201

5.9 Analogien zwischen den Elementen des Scrum-*Basismodells* sowie seinem militärischen Äquivalent; Die schraffierten Elemente stellen die Basiselemente von Scrum dar. Beachte, dass die zeitliche Dimension integriert ist. Die inhärenten Strukturelemente der Basismodelle sind nun zeitlich verschränkt. 202

5.10 Schema der Durchgängigkeit sowie Kopplung von Führungsprozessen und Zielen auf unterschiedlichen Führungsebenen; Die normative Ebene an der Spitze der Pyramide stellt keine explizierte Ebene im Kontext der Bundeswehr dar. In der Produktentwicklung werden die Ebenen mitunter anders verwendet und interpretiert (vgl. Hahn et al., 2013, S. 22). Wichtig: Es handelt sich um ein Denkmodell. Anmerkungen und Ergänzungen für Militärs befinden sich im Anhang A.9.214

5.11 Visualisierung der Implementierung von Scrum in der Zielpyramide; Scrum repräsentiert die Teamebene. Zu beachten ist, dass die vertikal orientierten Anteile des Führungsprozesses (siehe Basismodell) gemeint sind. 215

5.12 Vereinfachte Darstellung der Verknüpfung von Befehlsartefakten im Hinblick auf die Führung militärischer Operationen; Vorsicht: Teilziele sind keine Zwischenziele. Anmerkungen und Ergänzungen für Militärs befinden sich im Anhang A.9. 217

5.13 Vereinfachte Darstellung der Verknüpfung von Backlogartefakten im Hinblick auf das Management agiler Produktentwicklungsprojekte; Die Ebenen sind in dieser Darstellung militärisch definiert. 218

5.14 Vereinfachte Darstellung der Kopplungen von Backlogarbeiten und dazugehörigen Handlungsprozessen 219

5.15 Modellbasierte Zusammenfassung der *Scrum-Modifikation* als Ergebnisartefakt, welches aus der systemischen Denkweise resultierte; Bei der Betrachtung einer monostufigen Organisationsstruktur entfallen übergeordnete und nachgeordnete Führungs- und Managementebenen. Das *Basismodell* der Scrum-Modifikation kann als Elementarzelle/Fraktal interpretiert werden. Im Zentrum dieser Elementarzelle steht der Auftrag. 222

5.16 Vereinfachtes Grundprinzip zur Darstellung Scrums als selbstähnliches Fraktal 223

6.1 Vereinfachte Darstellung eines Befehlsschemas (vgl. NSO, 2016, S. 191 ff.; BMVg, 2023a, S. 76) sowie der Führungsarbeit; Anlagen wie Skizzen, graphischer Operationsplan sind nicht illustriert. Elemente des Führungsprozesses sind ebenfalls nicht illustriert. . . 237

6.2 Vereinfachte Darstellung des inhaltlichen Unterschieds zwischen Inkrementen (Produktentwicklung) und Zwischenzielen (Militär); Der Gesamtwürfel stellt das abstrake Produkt dar. Gemäß Scrum Guide ist jedes Inkrement eine additive Erweiterung des bisherigen Produktstands (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11). Ein Release verkörpert hier alle bis zu einem Zeitpunkt entwickelten Inkremente. Die Kugeln stellen Räume dar. 239

6.3 Skizze zur Visualisierung von analog genutzten Elementen in der Zielkommunikation innerhalb Scrums; Durchgezogene Pfeile repräsentieren Beziehungen innerhalb der Scrum-Anwendung. Gestrichelte Pfeile repräsentieren Beziehungen zwischen analogen Elementen. 247

6.4 Schematische Veranschaulichung verschiedener Möglichkeiten zur Partizipation am Führungsprozess; Aus dem Grad/Maß der Agilität lassen sich situations- und kontextspezifische Führungsmodi ableiten. Dies gilt in analoger Weise für Managementprozesse. Die farbliche Gestaltung der Figuren und Teams dient ausschließlich der visuellen Unterscheidung der Modi. Keine Partizipation bedeutet lediglich die Ausführung. 251

6.5 Schematische Illustration zur weiteren Diskussion von Analogien; Der bisherige Fokus lag auf der Teambeziehungsweise Gruppenebene. 258

6.6 Vereinfachte Darstellung zur Veranschaulichung des Unterschieds zwischen angewandter Führungspraxis und Organisationsstruktur am Beispiel eines hierarchisch organisierten Unternehmens; Die Eingriffs- und Gestaltungsmöglichkeiten bei der Ausübung von Führung differieren in den jeweiligen Handlungssystemen. Alternativ hätte auch die mehrere Elementarzellen dargestellt werden können (vgl. Abbildung 5.15), da der inhaltliche Sachverhalt analog ist. 263

6.7 Exemplarische Darstellung einer *Agile Release Roadmap*, die als visuelle Planungsgrundlage zur zeitlichen Einordnung verschiedener Entwicklungsobjekte (z. B. Product Backlog Items) dient 267

6.8 Simplifizierte Darstellung der Verknüpfung zugrunde gelegter Konzepte zur Präzisierung des Agilitätskonzepts; Die gestrichelten Pfeile verweisen auf nicht visualisierte Beziehungen (vgl. Abbildung 5.1). Ferner ist die Beziehung zwischen Agilität als Attribut und Output nur indirekt über den Outcome dargestellt. 276

6.9 Simplifizierte Darstellung der Beziehung zwischen dem Agilitätskonstrukt und dem Scrum-Framework; Die Prozesselemente des *Führungsprozesselements* müssen als einzelne konstituierende Elemente betrachtet werden, da deren logische Abfolge bereits systemimmanent im Führungsprozess hinterlegt ist. Ferner sind innerhalb des Scrum-Frameworks bereits weitere konstituierende Elemente operationalisiert. 280

A.1 Darstellung des generischen Vorgehens zur Analogiebildung von abstrahierten Elementen mittels Systems Thinking (Systemisches Denken) am Beispiel der vorliegenden Arbeit; Die „*“ sollen auf ein identifiziertes Problem oder Nutzung eines anderen Begriffs hinweisen. Eigene Darstellung in Anlehnung an Ays (2022, S. 96) 368
A.2 Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 3.4 382
A.3 Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 3.4 382
A.4 Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.5 383
A.5 Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.5 384
A.6 Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.7 385
A.7 Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.7 386
A.8 Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.8 387
A.9 Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.8 388
A.10 Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.9 389
A.11 Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.9 390
A.12 Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.15 391

A.13 Skaliertes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.15 392
A.14 Vereinfachte Darstellung eines Befehlsschemas; Anlagen sind nicht dargestellt; Anlagen können zum Beispiel Operationspläne, Skizzen oder Verschleierungstafeln sein. 404
A.15 Vereinfachte Darstellung einer Ziel-Wirkungs-Kaskade; Die Kaskade steht in Wechselwirkung mit der Umwelt (nicht visualisiert). Das Weglassen oder die Adressierung weiterer Elemente sind situations- und kontextabhängig. 405

Tabellenverzeichnis

1.1 Umfang der vorliegenden Dissertation 14

2.1 Prinzipien hinter dem Agilen Manifest für Agile Softwareentwicklung nach Beck et al. (2001); Ergänzung des Begriffs [Hardware] durch Autor 63

2.2 Kategorialer Vergleich zwischen agilem und „traditionellem“ Projektmanagement nach Ciric Lalic et al. (2022, S. 498); Die Listung der Parameter ist nicht vollständig. 67

2.3 Tabellarische Listung bekannter agiler Methoden; Das Scrum-Framework sowie daraus abgeleitete Skalierungsframeworks sind nicht gelistet. 91

3.1 Unterschiede der Charakteristika der Befehls- und Auftragstaktik an Hand eines vereinfachten Beurteilungsschemas nach Wittmann (2012, S. 48) 138

4.1 Überblick Datenquellen: Fallstudie Bundeswehr . . . 164

4.2 Überblick Interviewdaten: Fallstudie Bundeswehr . . 167

4.3 Kriterien zur Validierung der Ergebnisse nach Aier and Fischer (2010, S. 158 f.) 172

4.4 Überblick der Befragten: Fallbeispiel A 174

4.5 Überblick der Befragten: Fallbeispiel B 175

5.1 Definitionen von Agilität in der Originalsprache [Anmerkungen Autor]; Im Anhang A.3 sind weitere Definition gelistet. 180

5.2 Ein Vergleich der Basiselemente von Scrum nach Sutherland and Schwaber (2020) und dem militärischen Äquivalent; Nutzung der Zweckperspektiven der konstituierenden Elemente 207

5.3 Vereinfachte Beispiele von Teamschnitten auf Basis des Auftragsgedankens: A: Softwareprodukt B: Hardwareprodukt C: Spezielle Wirkung D: Instandsetzung 220

5.4 Zusammenfassung der Validierungsergebnisse für Fallbeispiel A; Die statistischen Kennzahlen sind gerundet. Ein Überblick der befragten Teilnehmer n=7 ist in Tabelle 4.4 dargestellt. α= 0.05 1 = Trifft gar nicht zu 2 = Trifft wenig zu 3 = Trifft teils-teils zu 4 = Trifft ziemlich zu 5 = Trifft völlig zu 226

5.5 Zusammenfassung der Validierungsergebnisse für Fallbeispiel B; Die statistischen Kennzahlen sind gerundet. Ein Überblick der befragten Teilnehmer n=9 ist in Tabelle 4.5 dargestellt. α= 0.05 1 = Trifft gar nicht zu 2 = Trifft wenig zu 3 = Trifft teils-teils zu 4 = Trifft ziemlich zu 5 = Trifft völlig zu 227

A.1 Fragebogen zur Durchführung der Interviews innerhalb der Bundeswehr *EF- Einstiegsfragen AF-Allgemeine Fragen ZF-Abschlussfragen* 369

A.2 Fragebogen zur Validierung innerhalb der industriellen Praxis *DD-Demografie EF-Ergänzungfragen* 372

A.3 Definitionen der Agilität in Originalsprache aus unterschiedlichen Domänen und Disziplinen [Anmerkungen Autor] 374

A.4 Fallbeispiel A - Frage 1: Das Modell ermöglicht mir ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Führung innerhalb von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer 394

A.5 Fallbeispiel A - Frage 2: Das Modell leistet einen Beitrag zur verbesserten Anpassungsmöglichkeiten in der Projektführung von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer 394

A.6 Fallbeispiel A - Frage 3: Die Führungselemente und Wirkmechanismen sind bereits innerhalb des Scrum Guides zweifelsfrei beschrieben, sodass das Modell nicht nützlich ist; T = Teilnehmer 394
A.7 Fallbeispiel A - Frage 4: Die Offenlegung der Absichtskommunikation als ein ergänzendes Führungselement ist nützlich; T = Teilnehmer 395
A.8 Fallbeispiel A - Frage 5: Die Entkopplung von Führungsabläufen und Handlungsprozessen ist schlüssig und in sich konsistent; T = Teilnehmer 395
A.9 Fallbeispiel A - Frage 6: Das Modell eignet sich zur theoretischen Erklärung von Anpassungen bezüglich Führung innerhalb Scrums (Modell stellt somit keinen Widerspruch zum Zweck und Umfang von Scrum dar); T = Teilnehmer 395
A.10 Fallbeispiel A - Frage 7: Das Modell widerspricht dem vorhandenen und mir bekanntem Wissen; T = Teilnehmer 395
A.11 Fallbeispiel A - Frage 8: Die Analogie zur Führung militärischer Operationen ist nicht nachvollziehbar; T = Teilnehmer 395
A.12 Fallbeispiel A - Frage 9: Scrum (gemäß Scrum Guide) vereinfacht Zusammenhänge bezüglich Führung derartig, dass diese Einfachheit zu Problemen in der Anpassung führt; T = Teilnehmer 396
A.13 Fallbeispiel A - Frage 10: Das Modell vereinfacht die Anpassung von Führungsprozesse innerhalb Scrum´s; T = Teilnehmer 396
A.14 Fallbeispiel A - Frage 11: Durch das Modell ist erkennbar, dass Scrum im Zweck und Umfang universell zur Führung und zum Management von Projekten geeignet ist; T = Teilnehmer 396
A.15 Fallbeispiel A - Frage 12: Durch das Modell ergeben sich weitere zu adressierende Fragestellungen; T = Teilnehmer 396

A.16 Fallbeispiel A - Frage 13: Durch das Modell sind mir neue Relationen innerhalb Scrum´s aufgezeigt worden; T = Teilnehmer 396
A.17 Fallbeispiel B - Frage 1: Das Modell ermöglicht mir ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Führung innerhalb von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer 397
A.18 Fallbeispiel B - Frage 2: Das Modell leistet einen Beitrag zur verbesserten Handhabung von Anpassungen in der Projektführung von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer 397
A.19 Fallbeispiel B - Frage 3: Die Führungselemente und Wirkmechanismen sind bereits innerhalb des Scrum-Guides zweifels-frei beschrieben, sodass das Modell nicht nützlich ist; T = Teilnehmer 397
A.20 Fallbeispiel B - Frage 4: Die Offenlegung der Absichtskommunikation als ein ergänzendes Führungselement ist nützlich; T = Teilnehmer 398
A.21 Fallbeispiel B - Frage 5: Die Entkopplung von Führungsabläufen und Handlungsprozessen ist schlüssig und in sich konsistent; T = Teilnehmer 398
A.22 Fallbeispiel B - Frage 6: Das Modell eignet sich zur theoretischen Erklärung von Anpassungen bezüglich Führung innerhalb Scrums (Modell stellt somit keinen Widerspruch zum Zweck und Umfang von Scrum dar); T = Teilnehmer 398
A.23 Fallbeispiel B - Frage 7: Das Modell widerspricht dem vorhandenen und mir bekanntem Wissen; T = Teilnehmer 398
A.24 Fallbeispiel B - Frage 8: Die Analogie zur Führung militärischer Operationen ist nicht nachvollziehbar; T = Teilnehmer 399
A.25 Fallbeispiel B - Frage 9: Scrum (gemäß Scrum Guide) vereinfacht Zusammenhänge bezüglich Führung derartig, dass diese Einfachheit zu Problemen in der Anpassung führt; T = Teilnehmer 399

A.26 Fallbeispiel B - Frage 10: Das Modell vereinfacht die Anpassung von Führungsprozesse innerhalb Scrum´s; T = Teilnehmer 399
A.27 Fallbeispiel B - Frage 11: Durch das Modell ist erkennbar, dass Scrum im Zweck und Umfang universell zur Führung und zum Management von Projekten geeignet ist; T = Teilnehmer 399
A.28 Fallbeispiel B - Frage 12: Durch das Modell ergeben sich weitere zu adressierende Fragestellungen; T = Teilnehmer 400
A.29 Fallbeispiel B - Frage 13: Durch das Modell sind mir neue Relationen innerhalb Scrum´s aufgezeigt worden; T = Teilnehmer 400

Abkürzungen

BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
DRM	Design Research Methodology
iPeM	Integrierte Produktentstehungsmodell
IPMA	International Project Management Association
ITPE	Institut für Technische Produktentwicklung
LeSS	Large-Scale Scrum
MKM	Münchner Produktkonkretisierungsmodell
MVM	Münchner Vorgehensmodell
NATO	North Atlantic Treaty Organization
PMI	Project Management Institute
SAFe	Scaled Agile Framework
SoS	Scrum of Scrums
S@S	Scrum@Scale
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.
VUCA	Volatility (Volatilität), Uncertainty (Unsicherheit), Complexity (Komplexität) and (und) Ambiguity (Ambiguität)

1

Einleitung

1.1 Ausgangssituation **1**
1.2 Problemstellung **5**
1.3 Zielsetzung **9**
1.3.1 Forschungshypothesen 10
1.3.2 Forschungsfragen 12
1.4 Umfang und Struktur **13**

1.1 Ausgangssituation

Gesellschaftlicher Wandel

Gesellschaftliche Umbrüche, wie durch die industrielle Revolution 4.0 initiiert (vgl. Tatipala et al., 2021, S. 757; Jiao et al., 2021, S. 2), verändern die sozioökonomischen und technologischen Rahmenbedingungen der Menschen grundlegend. Ein Beispiel hierfür ist die voranschreitende Digitalisierung, die Gesellschaft und Wirtschaft gleichermaßen durchdringt (Cantamessa et al., 2020, S. 1; Kraus et al., 2021, S. 1). Dieser technikbasierte Fortschritt führt zu einem kontinuierlichen Wandel von Nutzerbedürfnissen und bestimmt folglich die Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen (vgl. Falahat et al., 2024, S. 1). Dabei werden die emergenten und sich stetig wandelnden Kundenbedürfnisse durch die Erfüllung spezifizierter Anforderungen in Produkten verwirklicht (Varl et al., 2022, S. 1), wodurch ein Nutzen für den Kunden erzielt werden soll (vgl. Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 475). Dies geschieht im Kontext omnipräsenter Veränderungen (vgl. Joiner, 2019, S. 140) und immer kürzer werdender Änderungs- und Produktlebenszyklen (Lindemann, 2016, S. 163; Palsodkar et al., 2023, S. 3194).

Produktentwicklung als Wertschöpfungsprozess

Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang dem Wertschöpfungsprozess der Produktentwicklung zu, welcher als eine Abfolge von interdependenten Prozessen zur Daten- und Informationserzeugung operationalisiert und interpretiert werden kann (Paetzold, 2022, S. 202). Der Produktentwicklungsprozess wird durch Leib (2023, S. 462) korrespondierend als *„komplexes und vielschichtiges Bündel von Aufgaben, das durch Projektmanagement organisiert wird“* beschrieben. In der industriellen Praxis werden Produktentwicklungsvorhaben in der Regel tatsächlich mittels Projekten durchgeführt und umgesetzt (Hales and Gooch, 2004, S. 23; Bender and Gericke, 2021, S. 58; Chiu et al., 2022, S. 1; Disch and Wouters, 2024, S. 5429), um damit unterschiedlichste Wettbewerbsstrategien auf operativer Ebene zu realisieren (vgl. Cooper et al., 1997, S. 43; Blais et al., 2023, S. 3; Huemann and Turner, 2024, S. 9).

Randbedingungen der Produktentwicklung

In der praktischen Umsetzung führen jedoch die heutigen kontextuellen Randbedingungen von Produktentwicklungsprojekten zu unterschiedlichsten Herausforderungen. So beschreiben Wynn and Clarkson (2024, S. 21), dass kontemporäre Produktentwicklungen sich mit einer wachsenden Vielfalt und Variabilität miteinander verbundener Probleme konfrontiert sehen. Die adressierten Probleme betreffen zum Beispiel den Umgang mit Unsicherheiten (vgl. Thunnissen, 2003, S. 1; Wynn et al., 2011, S. 187; Lin et al., 2019, S. 897; Blais et al., 2023, S. 1; Pendzik et al., 2023, S. 2168) und steigenden Komplexitäten (vgl. Eckert et al., 2004, S. 1; Browning, 2018, S. 71; Bolzan de Rezende et al., 2022, S. 2; Wöhr et al., 2023, S. 1 f.). Im selbigen Zusammenhang wird häufig das Akronym VUCA verwendet und referenziert, welches für die Merkmale Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität steht, und das heutige Umfeld treffend charakterisiert (vgl. Atzberger et al., 2019, S. 1; Taskan et al., 2022, S. 197 f.; Maes et al., 2022, S. 382; Pendzik et al., 2023, S. 2165).

Risiken und Auswirkungen der Randbedingungen

Die daraus resultierende Unvorhersehbarkeit von Faktoren impliziert eine Vielzahl von Risiken, die zu Verzögerungen oder gar zum Scheitern von Projekten führen können (Chiu et al., 2022, S. 1). So stellt zum Beispiel die Nichteinhaltung von geplanten Zeit- und Kostenvorgaben eine wiederkehrende Problematik in

Produktentwicklungsprojekten dar (Jaifer et al., 2021, S. 76). Angesichts dessen ist es nicht überraschend, dass zahlreiche Evidenzen für Kosten- und Zeitüberschreitungen sowie für gescheiterte Produktentwicklungsprojekte existieren. So berichten Heirati and O'Cass (2016, S. 415), dass über 50% der neu entwickelten Produkte nicht den gewünschten Erfolg erzielen. Webb (2016, S. 32) berichtet von einer branchenübergreifenden Misserfolgsquote von 35%, wobei lediglich 59% der Produkte erfolgreich nach der Markteinführung sind. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Knudsen et al. (2023, S. 259) mit Erfolgsquoten von 27%-51%. In einer Veröffentlichung von Flyvbjerg et al. (2022, S. 608) sind ferner explizite Kostenüberschreitungen konsolidiert, wobei signifikante Überschreitungen von 200%-400% ebenso belegt sind. In einer von McKinsey durchgeführten Studie, in der 1800 Softwareentwicklungsprojekte analysiert wurden, wird festgestellt, dass lediglich 30% der durchgeführten Projekte ihren determinierten Liefertermin einhalten konnten, und Kostenüberschreitungen eher die Regel als die Ausnahme darstellen (Balaji et al., 2018, S. 2). Ähnliche Zahlen sowie damit assoziierte Ursachen lassen sich ferner in den Online-Artikeln des Harvard Business Reviews wiederfinden, in denen zum Beispiel die unklare Zielkommunikation für 37% der Projektmisserfolge verantwortlich gemacht wird (Zucker, 2023, S. 2). Als ein weiteres Beispiel für die Ursache des Scheiterns von Projekten wird das Fehlen einer effektiven Führung angeführt (Wu and Misra, 2023, S. 3 f.), obwohl die Wichtigkeit einer solchen, für die heutige durch Turbulenzen geprägte Geschäftsumgebung, bekannt ist (Shah et al., 2022, S. 854). Die vorangegangenen Beispiele verdeutlichen, dass kontemporäre Produktentwicklungsprojekte große Risiken für Unternehmen beinhalten und somit herausfordernde Unterfangen darstellen können.

Effektiver Umgang mit Randbedingungen

Infolgedessen müssen sowohl Führungskräfte als auch Projektteams mit zunehmenden Unsicherheiten, steigenden Komplexitäten und mit unscharfen Kenntnissen über Marktsituationen umgehen können (vgl. Sheffield and Lemétayer, 2013, S. 459; Marzi, 2022, S. 1 f.), um die Wettbewerbsfähigkeit der Organisation zu gewährleisten. In Anlehnung an Schmidt (2019, S. 1)

genügt es Unternehmen längst nicht mehr, lediglich qualitativ hochwertige Produkte zu entwickeln. Vielmehr ist es von strategischer Bedeutung, effektiver und effizienter als die Konkurrenz zu sein, um den langfristigen Erfolg eines Unternehmens zu garantieren. Dies schließt die Infragestellung bewährter und langjährig etablierter Ansätze und Prozesslandschaften mit ein (vgl. VDI, 2021a; VDI, 2019; Stage-Gate Ansätze), welche im heutigen Geschäftsumfeld als zu rigide wahrgenommen werden (Cooper, 2014, S. 20). Dies lässt sich exemplarisch anhand einer bei Rolls Royce Plc. durchgeführten Fallstudie zur Entwicklung einer Gasturbine veranschaulichen, dessen prozedurale Entwicklungsgrundlage das V-Modell bildete (Fernandes et al., 2015, S. 39 f.). Bei Nutzung und Anwendung des V-Modells werden die Anforderungen üblicherweise frühestmöglich festgelegt und fixiert. Im Rahmen der Fallstudie wurde dennoch festgestellt, dass über die Projektlaufzeit mehr als 1000 Änderungen im Anforderungsmanagement bewältigt werden mussten (Fernandes et al., 2015, S. 38). Diese Änderungen verursachen unter Berücksichtigung des bereits fixierten Projektplans zusätzliche und ungewollte Entwicklungskosten, wobei die Änderungskosten darüber hinaus typischerweise sukzessive mit dem Fortschreiten des Projektes ansteigen (Schmidt, 2019, S. 34). Diese zusätzlichen Entwicklungskosten führen zu den bereits beschriebenen Kostenüberschreitungen und in der Konsequenz zu potenziellen Nachteilen jener Unternehmen. Insofern ist der effektive und effiziente Umgang mit den prävalenten Dynamiken eine entscheidende und zunehmend an Bedeutung gewinnende Aufgabe von Organisationen (vgl. Teece et al., 2016, S. 15; Joiner, 2019, S. 140; Whyte et al., 2022, S. 1), um die wirtschaftlichen Interessen der Unternehmen zu schützen.

Agilität als Lösungsansatz

Als ein vielversprechender Lösungsansatz hat sich das agile Projektmanagement herauskristallisiert, dessen zugrundeliegende Logik wegen ihrer Anpassungsfähigkeit in einem zunehmend wettbewerbsorientierten Umfeld befürwortet wird (vgl. Sweetman and Conboy, 2018, S. 18; Meier and Kock, 2022, S. 3476 f.; Palsodkar et al., 2023, S. 3194). Dem agilen Projektmanagement werden insbesondere Vorteile bei der Interessenerfüllung von

Stakeholderbedürfnissen im Vergleich zu herkömmlichen Ansätzen zugeschrieben (Gemino et al., 2021, S. 170).

Implementierung von agilen Ansätzen in der Produktentwicklung

In kürzlich veröffentlichten Studien lassen die publizierten Daten darauf schließen, dass sowohl agile als auch hybride Ansätze zunehmend zur Anwendung gebracht werden, um heutige Produktentwicklungsprojekte zu managen (VersionOneInc, 2021, S. 3 ff.; Nicklas et al., 2021, S. 17; PMI, 2024, S. 7 f.). Diese veröffentlichten Daten stehen im Einklang mit den tatsächlich belegten Implementierungen von agilen Ansätzen innerhalb produktentwickelnder Unternehmen. Aktuelle Publikationen weisen zum Beispiel nach, dass die LEGO Group (vgl. Sommer, 2019), die SAP SE (vgl. Sutherland et al., 2020, S. 14 ff.), die John Deere Corporation (vgl. Scrum Inc., 2022), die Ocado Group (vgl. Drutchas and Eppinger, 2023, S. 477 ff.), die BMW Group (Weiss et al., 2023, S. 4), die Webasto Group (Atzberger and Dethloff, 2023, S. 3395 ff.), die NASA (vgl. Silva-Martinez, 2024), als auch die Bosch Group (Spiegler, 2021, S. 3 ff.) aktive Maßnahmen ergreifen, um agile Ansätze in Produktentwicklungsprojekten zu implementieren und ihre Transformationen voranzutreiben. In der Praxis erweist sich die Anwendung von Scrum als besonders prominent, wie aus den referenzierten Publikationen sowie weiteren Studien (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 16; Atzberger et al., 2020a, S. 14) hervorgeht. Parallel zur steigenden Relevanz des Themenkomplexes agile Produktentwicklung, existieren jedoch nach wie vor zahlreiche ungelöste Probleme, die im nächsten Abschnitt näher betrachtet werden sollen.

1.2 Problemstellung

Problembeschreibung

Sowohl für Praktiker als auch Akademiker stellen Probleme Herausforderungen dar, deren Lösungen nicht trivial sind. Zwar hat die industrielle Praxis bereits das agile Projektmanagement als einen möglichen Lösungsansatz im Umgang mit sogenannten VUCA-Umgebungen identifiziert (vgl. Albers et al., 2017, S. 3; Schrof et al., 2019, S. 1; Cooper and Fürst, 2023, S. 1), nichtsdestotrotz ist die situationsspezifische Anwendung und Adaption, der in der Softwareentwicklung prominent gewordenen agi-

len Ansätze sowie derer Methoden, von mannigfaltigen Herausforderungen und Hindernissen geprägt (Heimicke et al., 2019, S. 2201.; Atzberger and Paetzold, 2019, S. 2209 ff.; Palsodkar et al., 2023, S. 3210). Die Auswirkungen dessen sind bereits erkennbar, wenn man den aktuellen Stand der agilen Entwicklung mechatronischer Systeme berücksichtigt (vgl. Atzberger et al., 2020a; Nicklas et al., 2021). Die Anwendung von Scrum, wie im *Scrum Guide* beschrieben, entspricht zum Beispiel nicht der Realität dieser Unternehmen. Infolge der Unterschiedlichkeit der Entstehungsprozesse von physischen und virtuellen Produkten (vgl. Socha and Walter, 2006, S. 541 f.), müssen zum Beispiel Artefakte neu gedacht und interpretiert werden (vgl.Schmidt et al., 2017, S. 203 ff.; Schuh et al., 2018, S. 1). Darüber hinaus durchlaufen Hardwareprodukte im Vergleich zu Softwareprodukten längere Produktentstehungszyklen, da die zu entwickelnden Hardwarekomponenten gefertigt, qualifiziert und zertifiziert werden müssen (vgl. DIN, 2023; DIN, 2020; VDA, 2016).

Anpassungsbedürftiges Themenfeld: Spannungsfeld der Führung

Damit gehen oft zusätzliche Anpassungsnotwendigkeiten einher zum Beispiel in der Balancierung von postulierter Autonomie und notwendiger Struktur (Mikalsen et al., 2019, S. 56).

Bisherigen Erkenntnissen zufolge bleibt die adäquate Nutzung agiler Ansätze für die Entwicklung physischer Produkte unklar, ebenso wie die spezifischen Umstände, die ihre effektive Anwendung begünstigen (Rößler and Gericke, 2022, S. 263).

Mangelndes theoretisches Fundament von Agilität

Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass agile Ansätze stark praxisgetrieben und anwendungsorientiert entwickelt wurden, wodurch solide theoretische Grundlagen fehlen oder nur fragmentiert vorhanden sind (vgl. Dybå and Dingsøyr, 2008, S. 40; Lee and Xia, 2010, S. 87; Baham and Hirschheim, 2021, S. 104; Sithambaram et al., 2021, S. 8 f.; Palsodkar et al., 2023, S. 3217). Dementsprechend hinterfragen Forscherkollegen theoretische Konzepte und Konstrukte der Agilität und versuchen dieses, unter Nutzung unterschiedlichster Perspektiven, zu präzisieren und zu verstehen (vgl. Narasimhan et al., 2006; Lee and Xia, 2010; Conforto et al., 2016; Christofi et al., 2021; Meier and Kock, 2022; Magistretti and Trabucchi, 2024).

Herausforderungen

Gleichzeitig gilt es anzuerkennen, dass hiermit weitere bislang

ungelöste Herausforderungen einhergehen und folglich den aktuellen Forschungsdiskurs prägen. So verlagert sich die akademische Debatte zunehmend auf die Anpassung agiler Methoden (vgl. Müller et al., 2024, S. 153; Palopak et al., 2023, S. 8 ff.; Palsodkar et al., 2023, S. 3194 ff.; Atzberger, 2022, S. 74), das Verständnis von agiler Führung (siehe z. B. Modi and Strode, 2020; Almeida and Simões, 2021; Spiegler et al., 2021; Gutierrez et al., 2022; Silva-Martinez, 2023), die Skalierung von agilen Ansätzen (vgl. Atzberger et al., 2019, S. 2213; Dingsøyr et al., 2018; van Wessel et al., 2022, S. 1 f.; Michalides et al., 2023a, S. 1194; Linse and Lilliesköld, 2025, S. 12), sowie weiterer Aspekte, welche das Mindset und die zugrundeliegende Kultur betreffen (vgl. Javdani Gandomani and Ziaei Nafchi, 2016, S. 265; Sithambaram et al., 2021, S. 8 ff.; Atzberger, 2022, S. 75 f.; Weichbrodt et al., 2022, S. 99 f.; Barros et al., 2024, S. 1 ff.). Der Mensch lässt sich zweifelsfrei als zentraler Einflussfaktor identifizieren, welcher für die tatsächliche Schaffung von Wert zuständig ist (Highsmith, 2009, S. 115 ff.) und sich zudem weder mechanistisch noch reduktionistisch verhält (Shaked and Schechter, 2017, S. 13). Insofern ist der Mensch zwar als Problemlöser anzuerkennen, jedoch auch als Problemverursacher (z. B. Begrenzung des Denkens) zu betrachten (vgl. Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 67 ff.).

ⓘ Führungsfragen sind der Skalierung inhärent (vgl. Michalides et al., 2023a, S. 1194)

Persönliche Stellungnahme
Primäres Interesse

Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Forschungsdiskurses sowie den dokumentierten Rückkopplungen der industriellen Praxis wird argumentiert, dass das Verständnis des Konstruktes der Agilität und dessen Erforschung entscheidend bleibt und somit von primärem Interesse ist, um den attributiven Nutzen von Agilität zu erwirken, und wichtiger, Agilität als solches theoretisch zu begreifen. Dies schließt sowohl eine domänenunabhängige Meta-Betrachtung als auch die Berücksichtigung des Einflussfaktors Mensch, als zentrales Element von Wertschöpfungsprozessen, explizit mit ein. Sobald es um Menschen geht, ist das Themenfeld Führung oft zwangsläufig relevant.

Sekundäres Interesse

Die erläuterte Problematik lässt sich fortwährend innerhalb Scrums wiedererkennen, dessen Basis Empirie ist (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 3). Diese Feststellung ist besonders bemerkenswert, wenn man berücksichtigt, dass das agile Scrum-

Framework als prädominierender Standard in der industriellen Praxis zur Anwendung gebracht wird (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 16; Komus et al., 2020, S. 3; VersionOneInc, 2021, S. 13) und darüber hinaus eine Anwendung nach Lehrbuch in der cyberphysischen Systementwicklung nicht zielführend ist (vgl. Atzberger et al., 2020a, S. 15; Nicklas et al., 2021, S. 16; Weiss et al., 2023, S. 31). Zusätzlich wird Scrum im Rahmen von Skalierungsframeworks zumeist in irgendeiner Art und Weise genutzt und integriert (vgl. Atzberger, 2022, S. 34; Michalides et al., 2023b, S. 1169), wodurch zusätzliche Anpassungen (z. B. hinsichtlich Führung) notwendig werden. Obgleich einige Veröffentlichungen existieren, welche die Theorie von Scrum aus verschiedensten Perspektiven anzureichern versuchen (z. B. Meghann and Orla, 2013; Garcia et al., 2022; Masood et al., 2022; Hron and Obwegeser, 2022; Verwijs and Russo, 2023), bleibt das grundsätzliche Bestehen des Problems sowie die mangelnde Hinterfragung des Konstrukts unberührt und somit von Interesse.

Ableitung des Handlungsbedarf

Zusammenfassend führt dies in der Konsequenz dazu, dass Anpassungen sowie die praktische Anwendung agiler Ansätze und Methoden gehemmt und erschwert werden, da die Wirkmechanismen und Zusammenhänge der Konstrukte sowie dessen phänomenologische Ausprägungen verborgen bleiben (vgl. Hevner et al., 2004, S. 80; Gericke et al., 2020, S. 1 f.). Inadäquate Anpassungen (z. B. hinsichtlich Führung) sowie die Anwendung missverstandener Methoden und Prozesse führen wie bereits im Abschnitt 1.1 angedeutet, zu thematisierten Misserfolgen und Kostenüberschreitungen in Produktentwicklungsprojekten (vgl. Browning, 2010, S. 316; PMI, 2021, S. 132 f.). Unter Berücksichtigung des facettenreichen Themenkomplexes der agilen Produktentwicklung sowie den damit assoziierten Herausforderungen, ist die herausgearbeitete primäre und sekundäre Problemstellung folglich nicht nur akademisch relevant, sondern von großem praktischem Interesse, weshalb solche Problemstellungen einer tiefergehenden Untersuchung bedürfen (vgl. Chakrabarti, 2010, S. 319). Das Interesse an der Lösung dieser Problemstellungen erzeugt folglich einen Handlungsbedarf, dessen Ableitung die Zielsetzung dieser Arbeit bestimmt.

1.3 Zielsetzung

Wie bereits im Abschnitt 1.1 beschrieben, zielt die fertigende Industrie durch die Implementierung und Adaption agiler Ansätze und Methoden darauf ab, einen Wettbewerbsvorteil in den durch VUCA charakterisierten Geschäftsumfeldern zu erreichen. In der industriellen Praxis agiler Entwicklung physischer Produkte wird überwiegend Scrum zur Anwendung gebracht. Nichtsdestotrotz erfordern diese agil gemanagten Produktentwicklungsprojekte eine bedarfsgerechte Unterstützung in Abhängigkeit ihrer spezifischen Randbedingungen. Damit kontextspezifische Anpassungen vorgenommen werden können, zum Beispiel in Prozessarchitektur und in Art der Führung, ist allerdings ein fundiertes theoretisches Verständnis von Wirkmechanismen und deren Zusammenhängen erforderlich, welches bei Unkenntnis, wie im Abschnitt 1.2 erläutert, zahlreiche Probleme erzeugt. Diese Probleme sollen mit der vorliegenden Arbeit fokussiert angegangen werden. Zu diesem Zweck eignet sich die systemische Denkweise (vgl. Hammond, 2017, S. 17), da mit Hilfe dieser das Problem als integraler Bestandteil eines Systems gedacht und interpretiert werden kann, indem sämtliche Elemente des Systems sowie ihrer Relationen von wesentlicher Bedeutung sind. Diese Sichtweise kann folglich dazu beitragen, notwendige (z. B. kontextspezifische) Anpassungen zu unterstützten und zu erleichtern. Daraus ergibt sich die folgende Zielsetzung:

Zielsetzung der Arbeit

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es, agil gemanagte Produktentwicklungsprojekte durch ein Ergebnisartefakt zu unterstützen, das aus der Anwendung der systemischen Denkweise resultiert. Dadurch sollen situations- und kontextspezifische Anpassungen hinsichtlich Führung erleichtert werden.

Der dargestellten Zielsetzung der Arbeit liegen theoretische Annahmen und Forschungshypothesen zugrunde, welche die vorliegende Forschungsarbeit fokussieren. Diese werden im nächsten Abschnitt detailliert erläutert. Die Zielsetzung wird fortfolgend durch die Forschungsfragen operationalisiert.

1.3.1 Forschungshypothesen

Im Nachfolgenden sollen zunächst die theoretischen Annahmen dezidierter betrachtet werden. Die erste Hypothese leitet sich aus der mangelnden und fragmentiert vorhandenen Theorie des Agilitätskonstruktes ab (vgl. Abschnitt 2.4). Unter Vorwegnahme der Ausformulierung der ersten Forschungshypothese wird angenommen, dass sich das Agilitätskonstrukt auf einer Meta-Ebene generischer und in Anlehnung an eine Theorie konzeptualisieren lässt. Durch dessen Anwendung prägt sich dieses in verschiedenen Domänen phänomenologisch andersartig aus und wird somit kontextspezifisch beobachtbar und beschreibbar. Die Konzeptualisierung des Agilitätskonstrukts kann das methodische Verständnis anreichern, wie und mit welchen Mitteln einzelne Elemente in der Praxis konfiguriert werden müssen, um den beabsichtigten attributiven Nutzen von Agilität zu erzielen. Die Erkenntnis um die zugrunde liegenden Konzepte sollte folglich die bedarfsgerechte und situationsspezifische Anpassung von agilen Produktentwicklungsprojekten unterstützen.

Forschungshypothese 1

Die situations- und kontextspezifischen Anpassungen agil gemanagter Produktentwicklungsprojekte können durch eine systemtheoretische Konzeptualisierung von Agilität unterstützt werden.

An dieser Stelle sei festgehalten, dass eine inhärente Verbindung zwischen dem Projektmanagement und der Produktentwicklung besteht, da jeder Ansatz zum Management eines Projektes zugleich ein Ansatz zum Management von Produktentwicklungen ist (vgl. Lindemann, 2016, S. 471). Betrachtet man nun das Konzept des agilen Projektmanagements als eine Reaktion oder Lösung auf die zunehmend stärker werdenden VUCA-(Umwelt-)Bedingungen, so kann aus einer systemtheoretischen Perspektive erfragt werden, ob bereits Lösungen im Umgang mit VUCA-Bedingungen existieren. Eine besondere Umwelt, in derer mit extremen VUCA-Bedingungen umgegangen werden muss, ist diejenige, die für den militärischen Einsatz relevant ist. In dieser Umgebung manifestiert sich neben der Auftragserfüllung die zusätzliche Gefahr für das Leben.

Führungsperspektive als analytischer Rahmen zur Erfassung von Wechselwirkungen

Kurz formuliert sind VUCA-Bedingungen nicht nur für das Management von Projekten relevant, sondern auch für die Führung militärischer Operationen. Durch den Autor wird angenommen, dass zugrundeliegende Konzepte in Führung und Management analog sind. Die Nutzung des militärischen Analyseobjektes sollte folglich zu einer deutlichen Kontrastierung von Beziehungen und Wirkmechanismen führen, was den Prozess der Identifikation und Beschreibung fördern und somit zur Theoriebildung beitragen kann. Dieser Annahme liegt das Wissen zugrunde, dass zivile Projekte und militärische Operationen analoge Objekte bilden und folglich miteinander verglichen werden können, wenn deren kontextspezifische Charakteristika und Inhalte berücksichtigt werden. Im Kontext der agilen Produktentwicklung ist Scrum das häufigste genutzte Mittel zum Zweck, weshalb Scrum im Fokus der nachfolgenden Hypothese steht.

Forschungshypothese 2

Die zugrundeliegenden Konzepte des agilen Scrum-Frameworks sind eine Nachbildung des militärischen Anwendungswissens über das kampferprobte und erfolgreiche Führen militärischer Operationen im Kontext extremer VUCA-Bedingungen.

Wenn sich die zugrundeliegenden Konzepte ähneln, kann aus diesem domänenspezifischen Wissen ein Analogieschluss gezogen werden, welcher einen Beitrag zur Theoriebildung ermöglicht. Dieser Beitrag kann folglich dazu beitragen, Anpassungen in Bezug auf Projektführung und Projektmanagement zu erleichtern. Darüber hinaus können möglicherweise weitere Erkenntnisse zur Erklärung von Führungs- und Managementphänomenen extrahiert werden.

Forschungshypothese 3

Die Konzeptualisierung von strukturellen Elementen zur Führung militärischer Operationen erleichtert die situations- und kontextspezifischen Anpassungen von Prozesselementen agil gemanagter Produktentwicklungsprojekte mittels Analogieschluss.

Diese Hypothese inkludiert beispielsweise die der Arbeit zugrunde liegenden Vermutung, dass aus einer Führungsperspektive

heraus gedacht, agile Produktentwicklungsprojekte nur dann erfolgreich sein können, wenn in Abhängigkeit von den spezifischen Randbedingungen eine Ausbalancierung zwischen postulierter Autonomie und notwendiger Struktur gegeben ist. Das heißt, der Autor ist der Auffassung, dass das im agilen Manifest der Softwareentwicklung hinterlegte Prinzip zur Selbstorganisation (vgl. Beck et al., 2001) kritisch hinterfragt werden muss und in der Praxis das Potenzial bietet, zu stark strapaziert zu werden. Dadurch entsteht für Unternehmen ein Spannungsfeld, welches insbesondere dann relevant wird, wenn es um das Themenfeld der Skalierung im Kontext der agilen Produktentwicklung geht, bei der in der Regel mehrere agile Teams zur Entwicklung komplexer und cyber-physischer Systeme benötigt werden (vgl. Steghöfer et al., 2019, S. 2; Theobald and Schmitt, 2020, S. 219; Michalides et al., 2023a, S. 1887). Diese Annahme des Autors dieser Arbeit resultiert aus der Erkenntnis, dass sich das deutsche Militär seit Jahrzehnten mit der zielorientierten und zweckgerichteten Balancierung von Führung und gegebener Struktur auseinandersetzt. Dabei stellt sich stellvertretend die Frage, aus welchen Gründen sich eine beabsichtigte Selbstständigkeit in eine unbeabsichtigte Eigenmächtigkeit entwickelt.
In dem folgenden Abschnitt sollen nun die ausformulierten Forschungshypothesen mit Hilfe explizierter Forschungsfragen operationalisiert werden.

1.3.2 Forschungsfragen

Aus den zuvor beschriebenen Forschungshypothesen und Annahmen lassen sich die Forschungsfragen formulieren, damit sie im Zwecke dieser Forschungsarbeit bearbeitet werden können. Damit die erste Forschungshypothese angegangen werden kann, ist zunächst eine systemtheoretische Konzeptualisierung von Agilität sowie des ihr zugrunde liegenden Konstrukts notwendig. Die daraus abgeleitete Forschungsfrage lautet daher:

Forschungsfrage 1

Wie kann das Agilitätskonstrukt aus einer systemtheoretischen Perspektive konzeptualisiert werden?

Die zweite Forschungshypothese wird durch die nachfolgende Forschungsfrage adressiert und beinhaltet zusätzlich untergeordnete Forschungsfragen, die zur Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage adressiert werden müssen:

Sind die zugrundeliegenden Konzepte von Scrum analog zu denen der Führung militärischer Operationen? — Forschungsfrage 2

- *Wie kann die Führung militärischer Operationen unter extremen VUCA-Bedingungen konzeptualisiert werden?* — Teilforschungsfrage 2.1
- *Welche Unterschiede bestehen zwischen dem konzeptualisierten militärischen Führungsframework und Scrum?* — Teilforschungsfrage 2.2

Auf Basis der vorangegangen Forschungsfragen lässt sich die für diese Forschungsarbeit abschließende Forschungsfrage explizieren:

Welche Auswirkungen ergeben sich aus dem Vergleich beider Frameworks für die situations- und kontextspezifischen Anpassungen agil gemanagter Produktentwicklungsprojekte hinsichtlich des Themengebietes Führung? — Forschungsfrage 3

Die formalisierten und operationalisierten Forschungsfragen werden im Kontext dieser Forschungsarbeit untersucht und methodisch bearbeitet, um einen Beitrag zur Führungsunterstützung agiler Produktentwicklungsprojekte zu leisten.

1.4 Umfang und Struktur

Im nachfolgenden Abschnitt wird auf den konkreten Umfang und die Struktur der vorliegenden Arbeit eingegangen. Um eine kurze und aussagekräftige Übersicht über die zu untersuchenden Aspekte zu erhalten, werden die relevanten Informationen in Tabelle 1.1 präsentiert. Ferner sind diejenigen Aspekte gezeigt, die im Rahmen dieser Arbeit bewusst ausgelassen wurden und folglich außerhalb ihres Umfangs stehen.

Tabelle 1.1
Umfang der vorliegenden Dissertation

Innerhalb des Umfangs	Außerhalb des Umfangs
Bezug: Projekte	
✔ Entwicklung von mechatronischen Produkten und cyber-physischen Systemen	✖ Entwicklung von Software und Dienstleistungen
Bezug: Methoden	
✔ Konzeptualisierung eines agilen und adaptiven Führungsmodells (Führungsframework)	✖ Entwicklung eines gänzlich eigenständigen agilen Frameworks oder Methodik
✔ Operative und taktische Führungsunterstützung	✖ Normative und strategische Führungsunterstützung
✔ Anreicherung des Scrum Guides	✖ Unterstützung der Ausbildung
✔ Konzeptualisierung von Agilität als Attribut und Konstrukt	
Bezug: Unternehmen	
✔ Interpretationen in hierarchisch organisierten Unternehmen	✖ Strategische Ausrichtung im Geschäftsumfeld
✔ Unterstützung der Denkweise und des Verständnisses des Einzelnen	✖ Implikationen für Teamschnitte beziehungsweise Rollen
✔ Interpretationen zur Skalierung	✖ Interpretationen zur Transformation und zum Change-Prozess
✔ Kulturelle Eingrenzung: Deutschsprachige Region	✖ Kulturelle Abgrenzung: Anderssprachige Regionen

Die vorliegende Arbeit ist in sieben Kapitel gegliedert. In Kapitel 1 wird die Ausgangslage, die Problemstellung und die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit vorgestellt. In Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen sowie der Stand des Wissens erläutert. Es werden die etablierten und querschnittlich bekannten Ansätze und Prozessmodelle der Produktentwicklung gezeigt und erklärt. Darüber hinaus werden die kontextuellen Randbedingungen von Produktentwicklungsprojekten konkretisiert. Das Kapitel schließt mit einem umfassenden Überblick über die vorhandene Literatur zur agilen Produktentwicklung. Kapitel 3 enthält einen Exkurs zu den für diese Arbeit erforderlichen militärischen Grundlagen. Die Führung militärischer Operationen sowie ihre kontextuellen Randbedingungen werden beschrieben. Im Rahmen des Kapitels wird insbesondere auf

das bestehende Wissen der Bundeswehr zurückgegriffen und referenziert. Das Forschungsvorgehen wird in Kapitel 4 detailliert vorgestellt. Zunächst wird auf die *Design Research Methodology* als übergeordneten Forschungsrahmen eingegangen. Anschließend werden die Forschungsmethoden innerhalb der einzelnen Phasen beschrieben, welche im Kontext dieser Dissertation zur Anwendung kamen. Das Kapitel 5 stellt die Ergebnisse der vorliegenden Dissertationsarbeit deskriptiv vor. Es wird zum Beispiel das aus der systemtheoretischen Perspektive konzeptualisierte Agilitätskonstrukt vorgestellt. Ferner kann das konzeptualisierte Modell zur Führung militärischer Operationen sowie der Vergleich mit dem Scrum-Framework nachvollzogen werden. Das Scrum-Framework wird anschließend auf Basis analysierter Zusammenhänge, um abstrahierte Elemente angereichert und aus der Führungsperspektive fokussiert und modifiziert. Das Ergebnis ist die *Scrum-Modifikation*. Zum Abschluss des Kapitels 5 werden die Validierungsergebnisse aus industriellen Fallstudien hinsichtlich des angereicherten Modells (Scrum-Modifikation) präsentiert. Der Autor dieser Arbeit erörtert, diskutiert und ordnet die Ergebnisse des Kapitels 5 im Kapitel 6 ein. Dabei werden auch weiterführende Implikationen der Ergebnisse (z. B. für die Interpretation der Skalierung agiler Teams) interpretativ dargestellt. Kapitel 7 fasst die vorliegende Forschungsarbeit abschließend zusammen und geht dabei auch auf die konkreten wissenschaftlichen und praktischen Beiträge jener Arbeit ein. Ein Ausblick für künftige Forschungsarbeiten rundet die vorliegende Arbeit ab.

2

Theoretische Grundlagen

2.1 Projektmanagement 19
2.2 Produktentwicklung 24
2.2.1 Allgemeines zur Produktentwicklung 24
2.2.2 Prozessmodelle der Produktentwicklung 28
2.2.3 Zwischenfazit 40
2.3 Kontext und Randbedingungen 41
2.3.1 Produkttypen 42
2.3.2 VUCA-Bedingungen 47
2.3.3 Zwischenfazit 54
2.4 Agilität 56
2.4.1 Verständnis von Agilität 56
2.4.2 Agiles Projektmanagement 64
2.4.3 Agile Produktentwicklung 72
2.4.4 Agile Methoden 90
2.5 Schlussfolgerungen und Fazit 115

In diesem Kapitel werden die essenziellen Grundlagen vorgestellt und erläutert, die als Ausgangspunkt für die wissenschaftliche Aufarbeitung der formulierten Zielstellung dienen.

Trichteransatz zur Fokussierung des Themenfeldes

Diese theoretischen Grundlagen werden nach dem sogenannten *Trichteransatz* strukturiert. Ein solcher Ansatz beabsichtigt zunächst, den Themenbereich allgemein zu umreißen und diesen dann schrittweise auf den relevanten Kernbereich zu fokussieren (vgl. Atzberger, 2022, S. 27).

Der genutzte Trichteransatz zur Darlegung der Grundlagen ist in Abbildung 2.1 visualisiert. Demgemäß werden zunächst die Grundlagen des Projektmanagements und dessen Dualität zur Projektführung kursorisch erläutert (siehe Abschnitt 2.1).

Anschließend skizziert der Abschnitt 2.2 grundlegende Ziele,

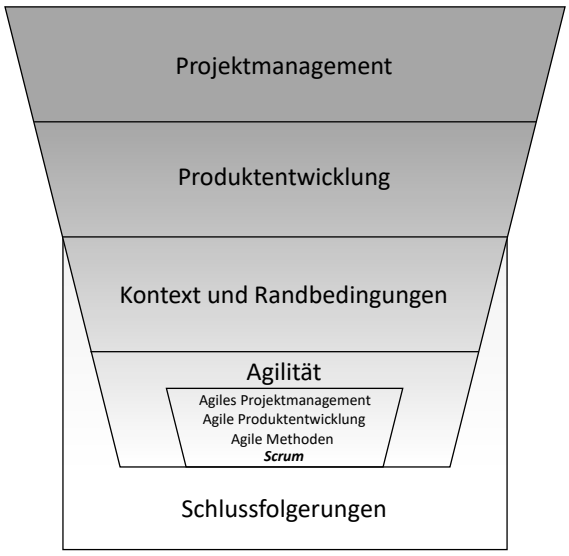


Abbildung 2.1
Illustration des Trichteransatzes zur Strukturierung der Inhalte der theoretischen Grundlagen

Aufgaben und Modelle der Produktentwicklung, welche in den Kontext des Produktlebenszyklus eingeordnet werden.
In Abschnitt 2.3 konkretisiert der Autor dieser Arbeit die gegenwärtigen Umwelt- und Randbedingungen von Produktentwicklungsprojekten. Eine darauf aufbauende Überleitung stellt die Verbindung zum Themengebiet der Agilität her.
Das Themengebiet der Agilität ist Gegenstand des Abschnitts 2.4. Es werden die für diese Arbeit relevanten Themenfelder des agilen Projektmanagements, der agilen Führung sowie der agilen Produktentwicklung umrissen. Zudem werden agile Methoden kursorisch und das Scrum-Framework als zentrales Untersuchungsobjekt detailliert vorgestellt.
Abschließend werden in Abschnitt 2.5 die sich aus den zuvor dargestellten Grundlagen herausgearbeiteten Forschungslücken konsolidiert, um das in der Einleitung formulierte Forschungsziel zu begründen. Durch die damit einhergehende Zusammenfassung wird die vorliegende Arbeit in das Themenfeld der Agilität eingeordnet und aus Perspektive der Produktentwicklung fokussiert.

2.1 Projektmanagement

Zunächst erfolgt eine kurze Erläuterung des Begriffs des Projekts, um das Projektmanagement zu fundieren.

Der Begriff des Projekts

Projekte sind Vorhaben, die insbesondere durch ihre Einmaligkeit (DIN, 2009, S. 11) aber auch durch ihre zeitliche Begrenzung, Interdisziplinarität, Komplexität, begrenzten Ressourcen und Unsicherheiten gekennzeichnet sind, um formulierte Ziele zu verwirklichen (PMI, 2021, S. 4; Huemann and Turner, 2024, S. 12 ff.; Horsch, 2003, S. 9 f.).

Das Management von Projekten beschäftigt sich daher mit der Steuerung, Planung und Integration von Personal, Ressourcen und Informationen, um jene Ziele zu erreichen (PMI, 2021, S. 247; Meyer and Reher, 2020, S. 3). Die konkreten Vorgehensweisen zur Zielerreichung variieren je nach Standards etwaiger Verbände, wie etwa die des Project Management Institute (PMI) oder der International Project Management Association (IPMA). Grundsätzlich ist allen Projekten gemeinsam, dass auf operativer Ebene unterschiedlichste Wettbewerbsstrategien realisiert werden sollen, um einen für das Unternehmen wünschenswerten Erfolg zu erzielen (vgl. Cooper et al., 1997, S. 43; Blais et al., 2023, S. 2; Huemann and Turner, 2024, S. 9).

Der Projekterfolg als zentrales Element

Der Projekterfolg ist ein zentrales Element des Projektmanagements, welches durch Turner (2008, S. 47) als *„die abhängigen Variablen, anhand derer wir das erfolgreiche Ergebnis des Projekts beurteilen“* beschrieben wird. Insofern ist der Projekterfolg immer subjektiv und als multifaktoriell zu betrachten (vgl. Shenhar and Dvir, 2007, S. 25 ff.). Der Projekterfolg kann als Folge dessen sowohl mit objektiven Erfolgskriterien wie Effizienz, Produktivität und dem Gewinn von Marktanteilen als auch mit subjektiven Kriterien wie der nachhaltigen Vorsorge für die Zukunft der Organisationen in Verbindung gebracht werden.

Damit werden demzufolge konkretisierte Nutzenperspektiven adressiert, wobei sich der Nutzen auf den tatsächlichen Wert in Form eines Ertrages oder Vorteils bezieht (Höffe, 2013, S. 10 ff.). Ohne einen Nutzen gäbe es folglich keine Projekte (vgl. Williams et al., 2020, S. 644), da die Projekte abstrahiert formuliert, nur ein Mittel zum Zweck sind, um jene Werte zu schaffen. Der Zweck

stellt hiernach die Intention dar, etwas zu tun oder zu erreichen (vgl. Jones-Khosla and Gomes, 2023, S. 90).

ⓘ Das Konzept des Projekterfolgs ist umfassender als die exklusive Verbindung zum *Iron Triangle* des Projektmanagements

Mittlerweile herrscht in der Literatur Einigkeit darüber, dass der Projekterfolg nicht nur auf faktenbasierten Kennzahlen wie die der Einhaltung von Zeitplänen beruht (vgl. Serrador and Turner, 2015, S. 32; Gemünden, 2015, S. 2; Romero-Torres and Brunet, 2020, S. 7), sondern auch weitere Facetten berücksichtigt werden müssen. Unabhängig von den gesetzten Erfolgskriterien bleibt der Hauptzweck des Projektmanagements unverändert: die Steigerung der organisationalen Wertschöpfung (Badewi, 2016, S. 762). Obwohl die Leistungserbringung (z. B. in Form von Artefakten) nach wie vor unerlässlich ist, hat sich das Projektmanagement mit einem Fokus auf den Wertgehalt erweitert (Zwikael, 2024, S. 2). Die Ergebnisse (Outputs) werden also um Nutzenperspektiven (Outcomes) erweitert und dadurch mit der Werthaltigkeit (Value) in Verbindung gebracht (Zwikael and Huemann, 2023, S. 2), wodurch Themenfelder wie das der Nachhaltigkeit (Impact) besser berücksichtigt werden können.

ⓘ Bezugsherstellung zum OOVI-Modell nach Zwikael and Huemann (2023, S. 3)

Grundsätzlich erfolgt die Wertschöpfung im Kontext des Projektmanagements über das Mittel der Projekte. Diese Projekte werden durch Vorgehensmodelle und Prozesse unterstützt.

Vorgehensmodelle stellen Abbildungen wichtiger Elemente einer Handlungsabfolge dar, die Menschen als Hilfsmittel dienen können (Lindemann, 2009, S. 36). Schuh and Bender (2012, S. 163) beschreiben in ähnlicher Weise, dass die *„Aufgabe eines Vorgehensmodells darin besteht, die benötigten Aktivitäten zur Durchführung einer vorliegenden Aufgabenstellung in einer logischen Ordnung hinsichtlich des Ablaufs zu strukturieren“*.

Im Vergleich dazu können Prozesse als eine logische Abfolge von Aktivitäten verstanden werden, die durch Informationen, Ressourcen und Wissen angereichert sind, um beabsichtige Ergebnisse zu erzielen (Lindemann, 2009, S. 16). Wie bereits umrissen, erzeugen Prozesse also Liefergegenstände in Form von Artefakten, welche folglich verschiedenstartige Ergebnisse repräsentieren können (Gill and Hevner, 2011, S. 238).

Die Ablauflogik von Projekten

Zur Strukturierung von Prozessen wird Projekten eine gewisse Grundlogik unterstellt, welche in Abbildung 2.2 visualisiert

ist. Diese Grundlogik kann sowohl phasenorientiert, prozessorientiert als auch ineinander verschachtelt sein (vgl. Meyer and Reher, 2020, S. 15; PMI, 2008, S. 18 ff.).

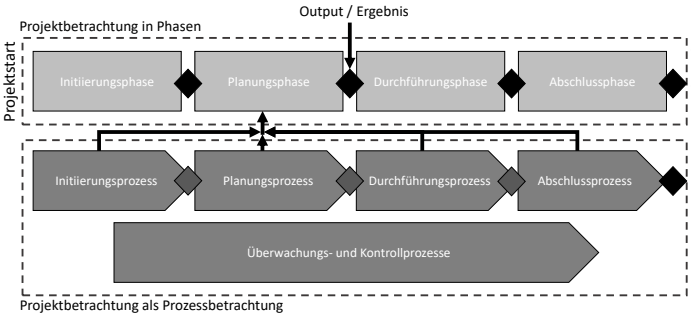


Abbildung 2.2
Illustration zur Durchführung von Projekten aus einer Phasen- und Prozessperspektive (vgl. Meyer and Reher, 2020, S. 15; PMI, 2008, S. 18 ff.); Die Projektprozesse können sich ferner innerhalb der Projektphasen widerspiegeln.

In Anlehnung an den zuvor zitierten Quellen ist eine Projektphase von einem Projektprozess zu unterscheiden. Phasen stellen lediglich zeitlich begrenzte Abschnitte dar (Meyer and Reher, 2020, S. 15). Insofern können Phasen auf übergeordneten Ebenen beispielsweise dabei helfen, Elemente des Produktlebenszyklus zeitlich zu organisieren (PMI, 2008, S. 18). Wichtig ist jedoch, dass die Prozessbetrachtung grundsätzlich auch ohne Phasenbezug anwendbar ist, obwohl sich Phasen insbesondere dann eignen, wenn größere Arbeitsstände übergeben werden sollen oder synchronisiert werden müssen.
Zusammenfassend konzentriert sich das Projektmanagement auf die operative Zielerreichung, wobei Ziele gedanklich vorweggenommene Soll-Zustände darstellen (Lindemann, 2009, S. 344; Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 917).
Die operative Zielerreichung ist ebenfalls Gegenstand der Projektführung und trägt somit gleichermaßen zur Verwirklichung dieser Ziele bei. Damit stellt sich jedoch die Frage, inwiefern Management von Führung abgegrenzt werden kann.

ⓘ Die Zielerreichung ist sowohl zentraler Fokus des Projektmanagements als auch der Projektführung

Yukl (2013, S. 7) schlägt hierzu eine Arbeitsdefinition von Führung vor, in derer *„Führung derjenige Prozess ist, der andere dazu bringt, zu verstehen, was getan werden muss und wie es getan werden soll, und der Prozess, der individuelle und kollektive Anstrengungen zur Erreichung gemeinsamer Ziele erleichtert."*
Inhaltlich konzentriert sich die Führung also auf die menschli-

che Seite zur Erreichung determinierter Ziele (Huemann and Turner, 2024, S. 23 f.), wohingegen sich das Management eher auf die sachliche Planung und Steuerung von Prozessen fokussiert, wie exemplarisch durch das *Operations Management* praktiziert (vgl. Wilkinson et al., 2017, S. 57). Diese Feststellung spiegelt sich in einem verbreiteten Zitat wieder, welches Frau Konteradmiral Hooper zugeschrieben wird, in dem es heißt:

„You manage things; you lead people!" (Grace M. Hopper).

Obwohl bereits nuancierte Unterschiede zwischen dem Verständnis von Management und Führung herausgearbeitet worden sind (vgl. Kotter, 1990; Toor, 2011; Yukl, 2013), fokussieren sich beide Themengebiete also gleichermaßen auf die Zielerreichung. Daher werden Führung und Management in dieser Arbeit als eine Dualität verstanden (siehe Abbildung 2.3), wobei beide Perspektiven ex aequo zur Zielerfüllung beitragen.

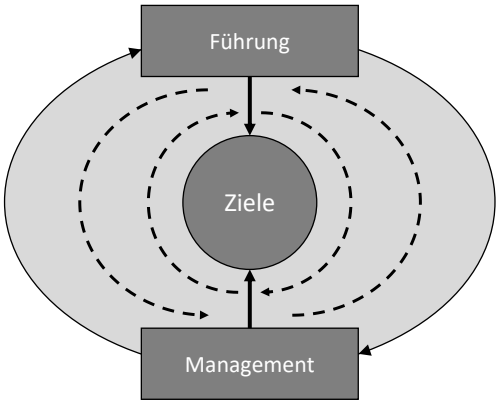


Abbildung 2.3
Darstellung der Dualität von Führung und Management zur Erreichung von Projektzielen respektive Zielen im Allgemeinen

Da Führung als die zielbezogene Einflussnahme von Menschen interpretiert werden kann (von Rosenstiel et al., 2020, S. 21), findet Führung folglich automatisch in Projekten statt, in denen diese als Projektführung definiert ist und zunehmend an Bedeutung gewinnt (Whyte et al., 2022, S. 1). Der aktuelle wissenschaftliche Diskurs widmet sich zunehmend der Fragestellung, wer Einfluss auf das Verhalten von Projektbeteiligten ausübt und

in welchem Ausmaß dies geschieht (vgl. Huemann and Turner, 2024, S. 367 f.). Im „traditionellen“ Projektmanagement sind hierfür klare Rollen vorgesehen und beschrieben, wie etwa in der Persona des Projektleiters, der zentrale Managementfunktionen übernimmt und in sich eint (Huemann and Turner, 2024, S. 367). Daher standen längere Zeit Führungsstile wie das transaktionale und das transformationale Führen im Mittelpunkt.
Neuere Ansätze wie die der balancierten, verteilten, agilen und dienenden Führung gewinnen jedoch zunehmend an Bedeutung (vgl. Jordaan, 2019; Drouin et al., 2021; Spiegler, 2021; Agarwal et al., 2021; Imam and Zaheer, 2021). Ein wesentlicher Unterschied zwischen neueren und älteren Führungsstilen besteht darin, dass die formelle Verteilung von Führung stärker in den Fokus rückt. Formelle Führung wird somit nicht mehr ausschließlich von einer einzelnen Person auf Grundlage der ihr übertragenen Autorität oder Macht ausgeübt.

ⓘ Formelle Führung bedeutet hier, dass die Führungsposition sowie die dazugehörigen Aufgaben institutionell assigniert werden (vgl. Northouse, 2018, S. 47)

Kurzer Exkurs zu ausgewählten Führungsstilen

Zentrale Idee des transaktionalen Führens ist der Vorteilsaustausch im Eigeninteresse des Mitarbeiters, wohingegen das transformationale Führen an die Werte und Emotionen der Gefolgten appelliert (Bass, 1990, S. 22; Yukl, 2013, S. 321). Bei der dienenden Führung geht es im Vergleich darum, anderen zu helfen, gemeinsame Ziele zu erreichen, indem die individuellen Bedürfnisse, die Befähigung des Einzelnen und die gemeinsame Arbeit gefördert werden (Yukl, 2013, S. 349). Die verteilte Führung hingegen diversifiziert die Führungsverantwortung auf die Mitglieder und bezieht sowohl informelle als auch formelle Aspekte der Führung mit ein (Imam and Zaheer, 2021, S. 464). Balancierte Führung beschreibt gemäß Müller et al. (2018, S. 84) das ständige Wechseln von horizontalen und vertikalen Anteilen von Führung zu Erreichung der Ziele. Die sogenannte *agile Führung* wird im Abschnitt 2.4 behandelt. Northouse (2018), Mango (2018) und DuBrin (2012) bieten ergänzend einen Ausgangspunkt für weiterführende Grundlagen zum Thema Führung.
Aus dem sich ergebenden Spannungsfeld der Rollenverteilung und Art der Einflussnahme ergeben sich Fragen danach, wie Führung kontextspezifisch möglichst effektiv und effizient gestaltet werden kann, und insbesondere, durch wen diese sowohl

formell als auch informell ausgeübt wird. Solche substanziellen Fragen müssen durch das Projektmanagement gedacht und beantwortet werden. Dieses facettenreiche Themengebiet des Projektmanagements untersucht daher sowohl die individuellen Fähigkeiten und Kompetenzen von Mitarbeitenden bei der Ausübung von Führungs- und Managementaufgaben als auch die kontextuellen Randbedingungen und Umfelder von Organisationen sowie deren effektive Handhabung.
Ein für diese Arbeit relevanter Kontext ist das Themengebiet der Produktentwicklung, welches nachfolgend beleuchtet wird.

2.2 Produktentwicklung

2.2.1 Allgemeines zur Produktentwicklung

Das grundsätzliche Ziel der Produktentwicklung ist es, herstellbare und funktionale Produkte zu entwickeln, um intendierte Ziele zu verwirklichen (vgl. Riesener et al., 2024, S. 2).

Produktentwicklung als Problemlöseprozess

Die Produktentwicklung stellt daher einen zentralen Wertschöpfungsprozess von produktentwickelnden Unternehmen dar, welcher sich mit der technischen Lösung von Problemen befasst (vgl. Browning et al., 2006, S. 105). Diese Probleme ergeben sich in der Regel aus einem identifizierten Marktbedarf oder aus spezifischen Bedürfnissen von Personengruppen beziehungsweise Einzelpersonen (vgl. Hubka, 1982, S. 5 ff.). Der Bedarf oder die Bedürfnisse beschreiben einen subjektiv erfahrenen oder objektiv vorliegenden Mangelzustand, dessen Beseitigung im Interesse jener sozialen Struktureinheiten liegt (vgl. Toepfer, 2011, S. 156). Auf Grund dessen kann die Produktentwicklung auch als polyzyklischer Problemlöseprozess interpretiert werden, wobei ein Problem eine Aufgabe oder Fragestellung charakterisiert, deren Weg zur Lösung oder deren Lösung selbst unbekannt ist (vgl. Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 912). Im Kontext dieser Arbeit bezieht sich das technische Problemlösen auf die Schaffung und Entwicklung von Lösungsartefakten der *Technik*, exemplarisch repräsentiert durch mechatronische Produkte, Maschinen oder Apparaturen (Klappert et al., 2011, S. 34). Dies impliziert im Umkehrschluss auch, dass die entworfenen Produkte die

Bedürfnisse des Marktes oder vergleichbarer Zielgruppen bedienen (Mattmann, 2017, S. 20) und gleichzeitig Werte für die jeweiligen Unternehmen schaffen (Paetzold, 2017, S. 28).

Produktlebenszyklus

Aus globaler Sicht bettet sich die Produktentwicklung sowohl in die Produktentstehung als auch in den übergeordneten Produktlebenszyklus ein (Naefe, 2018, S. 14; Lindemann, 2016, S. 402). Diese Einbettung ist in Abbildung 2.4 illustriert.

Nach Bender and Gericke (2021, S. 58) beschreibt der Produktlebenszyklus eines Produkts *„die Phasen, die ein Produkt von der ersten Idee, über die Realisierung, den Gebrauch, bis hin zur Außerbetriebnahme und dem Recycling oder der Weiterverwendung bzw. Wiederverwendung durchläuft."*

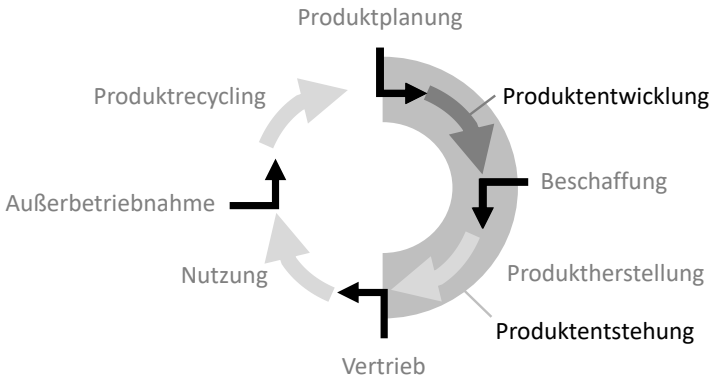


Abbildung 2.4
Der Produktlebenszyklus sowie Einordnung der Produktentstehung und Produktentwicklung nach Lindemann (2016, S. 402)

Produktentstehung

Gemäß Lindemann (2016, S. 402) beschreibt der Produktentstehungsprozess hingegen *„den vollständigen Prozess von der Produktidee bis zum (physikalischen) Vorliegen des fertigen Produkts."* und ist daher wie bereits erwähnt Bestandteil des Produktlebenszyklus. Eine alternative Perspektive wird von Gausemeier et al. (2018, S. 89 ff.) formuliert, die der Ansicht sind, dass der Produktentstehungsprozess entgegen der Darstellung in Abbildung 2.4 prozessual zyklisch durchlaufen werden sollte, da dieser ihrer Erfahrung nach nicht phasenbasiert, sondern als *„Wechselspiel von Aufgaben, die sich in vier Zyklen gliedern lassen"*, zu verstehen ist. Dies ist in Abbildung 2.5 dargestellt.

Unabhängig von der gewählten Perspektive vertreten die unterschiedlichsten Autoren die übereinstimmende Ansicht, dass es

einer anschließenden Herstellung oder Produktion der Produkte bedarf (vgl. Gausemeier and Plass, 2014, S. 17; Lindemann, 2016, S. 402; Bender and Gericke, 2021, S. 58).

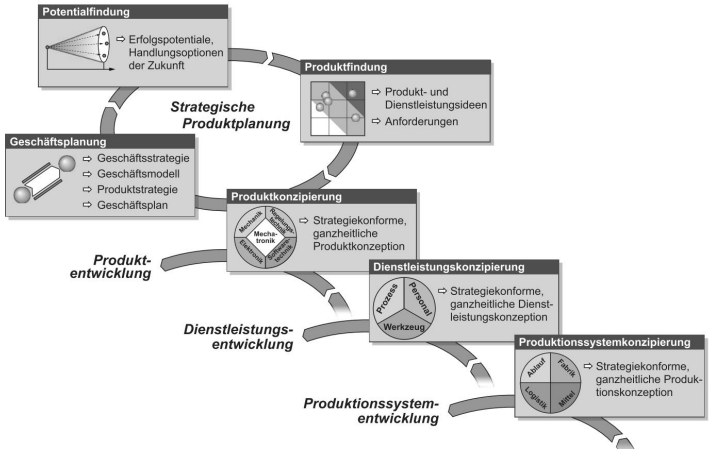


Abbildung 2.5
Der Produktentstehungsprozess als zyklische Abfolge von wechselwirkenden Aufgaben bis zum Übergang der Produktherstellung Gausemeier et al. (2018, S. 90); Genehmigung zur Reproduktion durch Hanser Verlag erhalten

Dieser Ansicht ist sowohl in Abbildung 2.4 als auch in Abbildung 2.5 Rechnung getragen. Die Produktherstellung beschäftigt sich mit der tatsächlichen Fertigung/Produktion der entwickelten Produkte und stellt somit einen nachgelagerten Funktionsbereich dar, um auf Basis verfügbarer Ressourcen und Informationen Produkte in der benötigten Qualität, in ausreichender Menge und in möglichst kurzer Zeit zu fertigen (Gausemeier and Plass, 2014, S. 15 f.).

Produktentwicklung

Fortfolgend wird sich auf die Produktentwicklung und deren Prozesse fokussiert, welche in der Regel mittels Projekte abgewickelt und umgesetzt werden (Hales and Gooch, 2004, S. 23). Aus systemischer Sicht beschreibt die Produktentwicklung unabhängig der gezeigten übergeordneten Modelle der Abbildungen 2.4 und 2.5 die zielgerichtete *„prozessbegleitende Transformation von ersten Anforderungen aus der Produktplanung als Eingangsgröße in ein Produktmodell als Ausgangsgröße“* (Atzberger, 2022, S. 12). Anforderungen lassen sich diesbezüglich als Festlegung der qualitativen und quantitativen Eigenschaften eines Produkts zur Leistungserbringung beschreiben (vgl. Lindemann, 2009, S. 329; GPM, 2019, S. 1041), wobei sich einschlägige Definitionen in Nu-

ancen unterscheiden (siehe Mattmann, 2017, S. 355 ff.).
Im Einklang mit den Ausführungen von Atzberger (2022, S. 12) bilden Produktentwicklungsprozesse die Gesamtheit aller Aktivitäten ab, um aus verschiedensten Anforderungen sowie korrespondierenden Eingangsinformationen (Input) festgelegte Ausgangsgrößen (Output) zu erzeugen (vgl. Lindemann, 2009, S. 16; Chaudhuri and Boer, 2016, S. 1; Wynn and Clarkson, 2024, S. 67; Ulrich and Eppinger, 2015, S. 12). Dieser erzeugte Output kann wie bereits konturiert ein vollständiges Produktmodell sein.
Der Produktentwicklungsprozess wird in der Literatur oft mittels (funktionsübergreifenden) Phasen unterteilt (Paetzold, 2017, S. 35; Bender and Gericke, 2021, S. 67; Ulrich and Eppinger, 2015, S. 14), obwohl die Prozessbeschreibung üblicher ist. Der Produktentwicklungsprozess wird hierbei durch begleitende Prozesse unterstützt, wie durch die Prozesse des Risikomanagements, des Konfigurationsmanagements oder der Normung und Standardisierung (Bender and Gericke, 2021, S. 73).
Der Produktentwicklungsprozess sowie exemplarisch korrespondierende Begleitprozesse sind in Abbildung 2.6 visualisiert.

Begleitprozesse sind Parallelprozesse

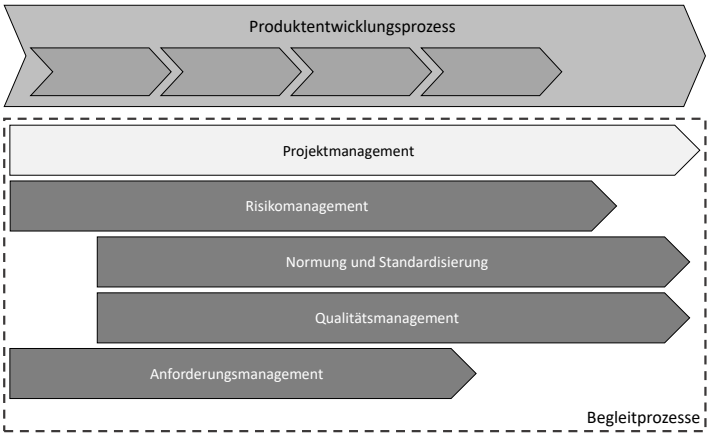


Abbildung 2.6
Vereinfachte Darstellung des Produktentwicklungsprozesses sowie exemplarisch korrespondierende Begleitprozesse in Anlehnung an Paetzold, 2020; Bender and Gericke, 2021, S. 67; Die Verbindung zwischen Projektmanagement und Produktentwicklung wird in der Visualisierung durch gleich lange Prozesspfeile hervorgehoben.

Diese aus Perspektive der Produktentwicklung gezeigte Abbildung 2.6 deckt sich mit den bereits ausgeführten Darlegungen innerhalb des Abschnitts 2.1 zum Thema Projektmanagement. Denn wie in Kapitel 1 ausgeführt, ist jeder Ansatz zum Management eines Projekts auch gleichzeitig ein Ansatz zur Entwick-

lung eines Produkts, was ebenfalls in Abbildung 2.6 durch die Hervorhebung des Begleitprozesses des Projektmanagements angedeutet werden soll.

Notwendigkeit der methodischen Unterstützung

Da Produktentwicklungsprozesse in der Regel alles andere als trivial sind, hat es sich in der Praxis als nützlich erwiesen, diese methodisch zu unterstützen, um zum Beispiel Effizienz- und Produktivitätsvorteile zu erzielen (Braun and Lindemann, 2003, S. 1). Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass Produktentwicklungsprozesse hunderte oder gar tausende von einzelnen Aktivitäten umfassen (Browning, 2009, S. 70), wodurch diese an Komplexität gewinnen. Daher erfordern besonders komplexere Produkte einen systematischen Ansatz zur prozessualen Entwicklung jener Produkte (Trauer, 2024, S. 23). In diesem Zusammenhang steht die Annahme, dass ein tieferes Verständnis des zugrundeliegenden Prozesses dazu beiträgt, bessere Produkte zu entwickeln (vgl. Eckert and Stacey, 2014, S. 396).
Der Aufbau dieses Verständnisses sowie dessen Nutzung zur Ableitung methodischer Unterstützungen für Produktentwicklungsprozesse sind wesentliche Inhalte der Design Research und Design Science (Gericke et al., 2022, S. 1), weshalb sich auch die vorliegende Arbeit in den Themenfeldern der Design Science und Design Research verorten lässt, was im Kapitel 4 erneut zum Gegenstand gemacht werden wird. Im nachfolgenden Abschnitt soll jedoch zunächst dargestellt werden, was Prozesselemente sind und was darunter im Kontext dieser Arbeit verstanden wird. Ferner werden relevante Ansätze und Modelle der Produktentwicklung als Ausgangspunkt betrachtet und beschrieben.

2.2.2 Prozessmodelle der Produktentwicklung

Im Rahmen dieses Unterkapitels werden relevante Vorgehens- und Prozessmodelle erläutert. Es ist zu beachten, dass in diesem Abschnitt bewusst Modelle integriert werden, die dem Produktentstehungsprozess zugeordnet sind, da die Übergänge zum Produktentwicklungsprozess oft fließend sind und deren Kenntnis maßgeblich zum fundierten Verständnis beiträgt.

Klärung des Begriffs des Prozessmodells

In Anlehnung an Browning (2010, S. 316) kann *„ein Prozessmodell als eine Abstraktion eines Prozesses, die versucht, dessen wichtige*

Aspekte darzustellen", verstanden werden. Damit stellen Prozessmodelle schematische Darstellungen von Prozessen dar. Damit unterstützen sie sowohl Management als auch operativ tätige Entwickler, indem sie die Informationsverarbeitungsketten im Sinne der Wissensarbeit zugänglich machen (Reiß, 2018, S. 11). Daher werden Prozessmodelle auch mit Hilfe sogenannter Prozesselemente beschrieben (Kantelberg, 2018, S. 25).

Exkurs zur Begrifflichkeit des Prozesselementes

Prozesselemente sind im weitesten Sinne Entitäten, aus denen sich der übergeordnete Prozess zusammensetzt. Im Kontext dieser Dissertationsschrift umfassen Prozesselemente zum Beispiel Aktivitäten und Artefakte, welche zur Beschreibung der sich daraus konstituierenden Prozesse benötigt werden (vgl. Koppe, 2012, S. XVI). Dieses konsolidierte Verständnis von Prozesselementen sei in Abbildung 2.7 skizziert.

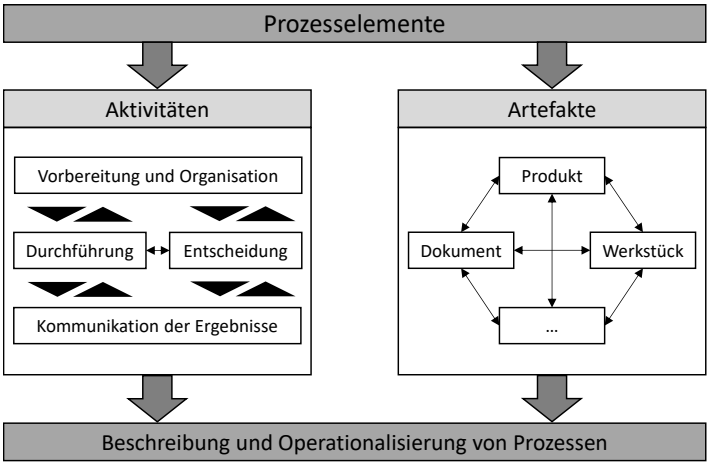


Abbildung 2.7
Darstellung des im Rahmen dieser Arbeit zugrunde gelegten Verständnisses von Prozesselementen zur Beschreibung der daraus resultierenden Prozesse (vgl. Koppe, 2012, S. XVI; Kantelberg, 2018, S. 25); Es ist zu beachten, dass auch Rollen oder gar Werkzeuge Bestandteil eines Prozessmodells oder einer Prozessbeschreibung sein können.

Wie in Abbildung 2.7 dargestellt, existieren vielfältige Abbilder von Aktivitäten und Artefakten, die zur Operationalisierung von Prozessen genutzt werden können.

Ferner können in Anlehnung an Koppe (2012, S. XVI) auch Rollen oder Werkzeuge Bestandteil einer Prozessbeschreibung sein (nicht in Abbildung 2.7 dargestellt), welches insbesondere für den Analogieschluss (vgl. Kapitel 5) von Relevanz sein wird.

ⓘ Das Verständnis von Prozesselementen ist Grundlage zur Bildung von Analogien, siehe Kapitel 4

Mit diesem Verständnis wird sowohl der Individualität des Prozessmodellierers als auch dem Kontext Rechnung getragen.

Klärung des Unterschieds von Prozessmodellen zu Vorgehensmodellen und Frameworks

Auf Grund der Tatsache, dass das Vorgehen grundsätzliche Muster, Abläufe oder Handlungsweisen beschreibt, um etwas zu tun (vgl. Lindemann, 2009, S. 337), existiert ein Unterschied zwischen Vorgehens- und Prozessmodellen. Während Vorgehensmodelle grundsätzliche Bausteine der Problemlösung aus Perspektive des Menschen aufzeigen, orientieren sich Prozessmodelle an Outputs wie Artefakten, Erzeugnissen oder Produkten. Dennoch sei angemerkt, dass die strikte Trennung nicht immer eindeutig ist. Unabhängig davon sind diese Begrifflichkeiten von dem Terminus des Frameworks abzugrenzen. Ein Framework bildet einen konzeptionellen Rahmen, welcher Elemente ordnet und somit ein umfassendes Verständnis von Phänomen ermöglicht (Jabareen, 2009, S. 51). Ferner werden Frameworks genutzt, um zugrundeliegende Elemente, im Hinblick auf einen bestimmten Zweck, zielgerichtet zu strukturieren (vgl. Stamer et al., 2016, S. 151; Eckert et al., 2017, S. 10 f.). Einzelne Elemente von Frameworks können daher Aspekte von Vorgehens- oder Prozessmodellen adressieren und abbilden. Darüber hinaus können Frameworks auch Elemente wie Methoden und Praktiken einbeziehen, adressieren oder darstellen, die per Definition außerhalb klassischer Vorgehens- und Prozessmodelle liegen.

Vorstellung der Modelle als Ausgangspunkte der Arbeit

Mit der Klärung der begrifflichen Unterschiede folgt nun die Vorstellung der für diese Arbeit relevanten Modelle.

Stage-Gate-Modell

Ein prominentes und in der industriellen Praxis weit verbreitetes Modell ist der sogenannte Stage-Gate Ansatz von (Cooper, 1990, S. 46), siehe Abbildung 2.8. Dieser Ansatz stellt ein managementorientiertes Modell dar, um sowohl Produktentstehungs- als auch Produktentwicklungsprozesse zu organisieren.

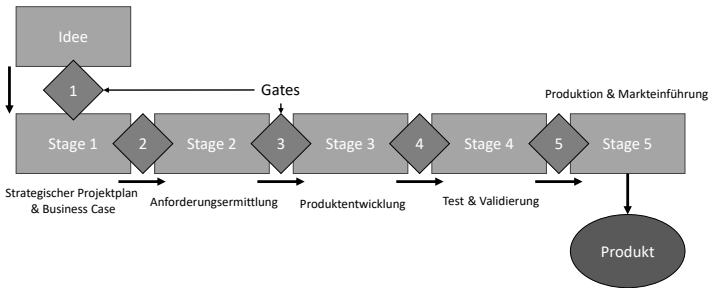


Abbildung 2.8
Darstellung des Stage-Gate-Modells in Anlehnung an Cooper, 2008, S. 215; Cooper, 2014, S. 21; Jeder Stage folgt ein Gate, welches als Kontrollpunkt dient und an definierten Entscheidungskriterien gekoppelt ist, damit dieses passiert oder nicht passiert werden kann.

Die einzelnen Etappen/Phasen (Stages) dienen der Reduktion von Unsicherheiten, wodurch insbesondere die funktionsübergreifende Zusammenarbeit gefördert und gefordert wird (Cooper, 2008, S. 215). Dies wird unter anderem dadurch erreicht, dass am Ende jeder Stage verschiedene Domänen zusammengeführt werden müssen, um die entsprechend erzielten Ergebnisse zu orchestrieren. Demgemäß folgt jeder Stage also ein Gate, das als Entscheidungspunkt interpretiert werden kann und somit auf übergreifenden, festgelegten und fixierten Kriterien basiert. Diese Entscheidungspunkte am Ende jener Phase können und werden auch als Meilensteine bezeichnet (PMI, 2008, S. 19).
Wie Weiss et al. (2024, S. 3) jedoch herausstellen, sollten die in diesem Zusammenhang oft verwendeten Begrifflichkeiten der Meilensteine von den sogenannten Gates differenziert werden, da Meilensteine lediglich Ereignisse besonderer Bedeutung darstellen (vgl. Meyer and Reher, 2020, S. 16). Das Erreichen eines Meilensteins impliziert folglich noch nicht das tatsächliche Erfüllen der dort zu prüfenden Kriterien, um die nächste Phase zu beginnen oder anders formuliert das Gate zu passieren.
Damit ein Projekt in die nächste Phase übergehen kann, entscheidet ein Lenkungsausschuss über den Status und das Risiko des Projekts, um etwaige Ressourcenverschwendungen zu vermeiden (vgl. Schmidt, 2019, S. 17). So müssen zum Beispiel etwaige Änderungskosten berücksichtigt und abgewogen werden, die innerhalb von Projekten mit der Zeit sukzessive ansteigen (vgl. Cooper, 2008, S. 215; Ullman, 2009, S. 4 f.) und somit eine potenzielle Gefährdung des Projekterfolgs darstellen können.
Obwohl das Stage-Gate-Modell bereits Jahrzehnte existiert, führten Anpassungen und kontinuierliche Verbesserungen zu dessen stetiger Anwendung (vgl. Cooper and Sommer, 2018).

iPeM - Integriertes Produktentstehungsmodell

Das nachfolgend vorgestellte Modell adressiert sowohl Management- als auch Entwicklungsperspektiven. Das in der Abbildung 2.9 visualisierte Integrierte Produktentstehungsmodell (iPeM) beschreibt ein generalisiertes Framework zur Orientierung und Unterstützung komplexer Produktentstehungsprozesse (Albers and Braun, 2011, S. 1).

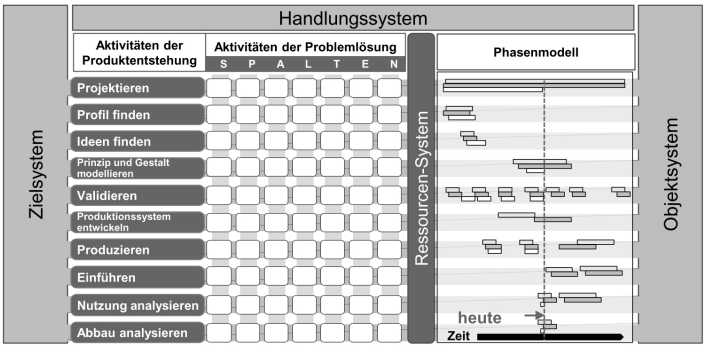


Abbildung 2.9
Darstellung des integrierten Produktentstehungsmodell gemäß Albers and Braun, 2011, S. 12; Bursac, 2016, S. 26; Albers et al., 2016, S. 101; Das Akronym SPALTEN beschreibt eine Problemlösungsmethodik (vgl. Albers et al., 2005, S. 4 ff.); Genehmigung zur Reproduktion durch den Autor erhalten

Das iPeM ist eine Fortführung des aus der Systemtheorie konsolidierten Verständnisses von Beziehungen zwischen Zielsystem, Objektsystem und Handlungssystem (Bursac, 2016, S. 21). Dabei beruht dieses Verständnis auf den Ausführungen von Negele et al. (1997) und Ropohl (2009). Ropohl definiert das durch Albers et al. (2012, S. 74) bezeichnete Objektsystem als Sachsystem, welches für *„nutzenorientierte, künstliche, gegenständliche Gebilde“* steht (Ropohl, 2009, S. 117). Infolge des systematischen Ansatzes werden folglich Zielformulierungen über Handlungen in gewünschte Ergebnisartefakte (Objekte) transformiert.

ⓘ Der durch Negele et al. (1997) formulierte ZOPH-Ansatz beschreibt die Wechselwirkungen von Ziel-, Objekt-, Prozess- und Handlungssystemen

Ferner bietet das Framework eine methodische Unterstützung im Rahmen der Problemlösungsmethodik SPALTEN (vgl. Albers et al., 2005, S. 4 ff.) sowie einen Absprungpunkt zu der auf Referenzprodukten basierenden Produktgenerationsentwicklung (vgl. Albers et al., 2015, S. 18 f.; Albers et al., 2016, S. 104). Die Produktgenerationsentwicklung postuliert, dass die zu entwickelnden Produkte in der Regel auf Referenzprodukten basieren, sodass bereits vorhandenes und akkumuliertes Wissen wiederverwendet werden kann. Ein prominentes Beispiel dieser Produktgenerationsentwicklung ist der Porsche des Typs 911 Carrera (Bursac, 2016, S. 100), dessen Design seit Jahrzehnten eine hohe Wiedererkennbarkeit aufweist.

VDI 2221

Das Produktentstehungsmodell des iPeM findet sich in Grundannahmen in dem aktualisierten Modell zur Entwicklung technischer Produkte und Systeme der VDI-Richtlinie 2221 wieder (vgl. VDI, 2019, S. 31).

Das allgemeine aus der Richtlinie extrahierte Modell der Produktentwicklung ist in Abbildung 2.10 dargestellt.

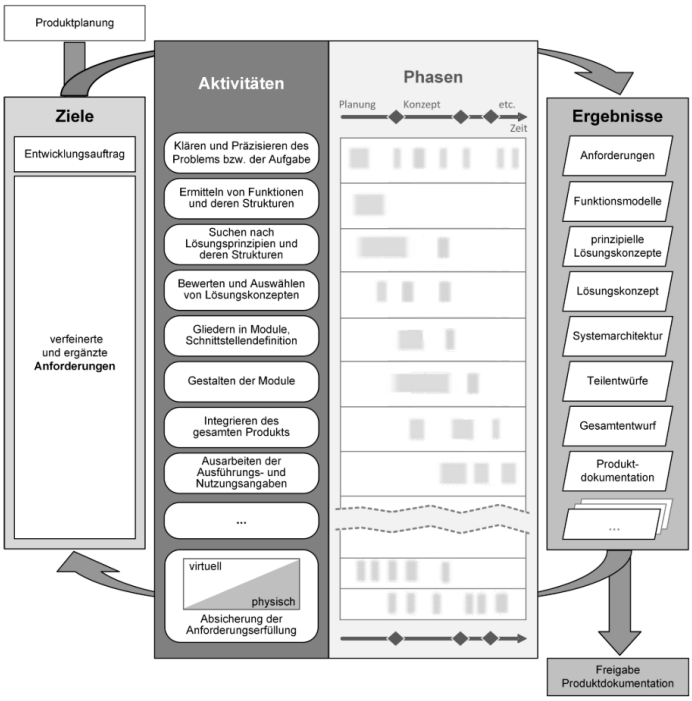


Abbildung 2.10
Visualisierung des allgemeinen Modells der Produktentwicklung gemäß VDI, 2019, S. 31; Genehmigung zur Reproduktion durch den Verein Deutscher Ingenieure e.V. erhalten

Exemplarisch zu nennen ist der Regelungszyklus zwischen Zielen, Aktivitäten und Ergebnissen. Inhaltlich wird ferner die Vorgehensweise zur kontextspezifischen Gestaltung von Produktentwicklungsprozessen adressiert (VDI, 2019, S. 2). Diese Richtlinie stellt eine Aktualisierung der VDI-Richtlinie 2221 aus dem Jahre 1993 dar, in der über das Vorgehensmodell zur Problemlösung das generalisierte Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren hergeleitet wird (VDI, 1993, S. 3 ff.).
In der aktuellen Fassung der VDI-Richtlinie 2221 ist insbesondere die Versatilität des Modells hervorgehoben und durch entsprechende Beispiele innerhalb des Blatts 2 in verschiedenen Bereichen (Automobilzulieferer, Sondermaschinenbau, Elektrogeräte, studentische Entwicklungsprojekte) belegt.

VDI 2206

Ein weiteres durch den Verein Deutscher Ingenieure e.V. publiziertes Modell ist das V-Modell zur Entwicklung mechatronischer und cyber-physischer Systeme, welches in Abbildung 2.11 gezeigt und aus der VDI-Richtlinie 2206 übernommen ist.

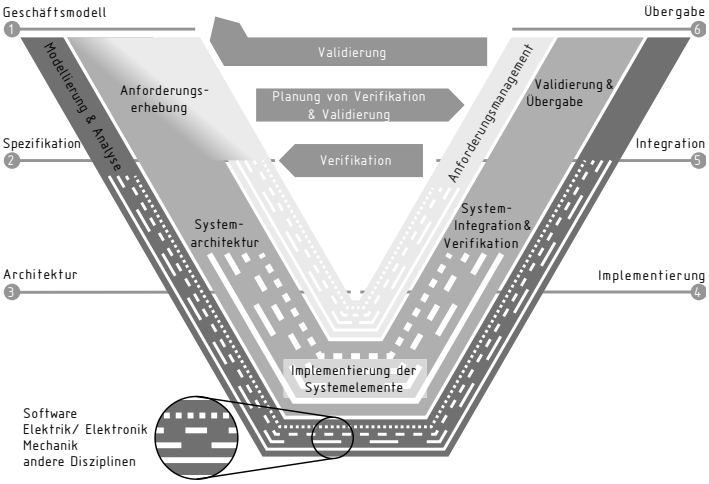


Abbildung 2.11
Illustration des V-Modells zur Entwicklung von cyber-physischen Systemen gemäß VDI (2021a, S. 22); Genehmigung zur Reproduktion durch den Verein Deutscher Ingenieure e.V. erhalten

Obgleich dieses Modell sich auf die Entwicklung cyber-physischer Systeme konzentriert, ist dessen Anwendung grundsätzlich für jegliche Systeme probat und hebt insbesondere die Notwendigkeit der kontinuierlichen Validierung hervor (vgl. INCOSE, 2015, S. 33 ff.). Ferner erhebt das V-Modell den Anspruch, die Interdisziplinarität ausreichend zu berücksichtigen, was sich exemplarisch in der parallelen Entwicklung verschiedener Disziplinen zeigt (VDI, 2021a, S. 22).
Wie Wynn and Clarkson (2024, S. 206) korrespondierend formulieren ist es wichtig, *„komplexe Probleme so früh wie möglich in einfachere Teilprobleme mit klar definierten Wechselwirkungen zu zerlegen, so dass die gesamte Aufgabe durch den Entwurf von relativ isolierten Teilsystemen angegangen werden kann."*
Dieser durch Wynn and Clarkson (2024, S. 206) formulierte Sachverhalt ist in der VDI-Richtlinie 2206 eindeutig erkennbar, in dem beispielsweise Disziplinen der Mechanik, der Software und der Elektronik besonders herausgestellt werden.
Innerhalb der Abbildung 2.11 sind im Wesentlichen drei Stränge

(verschiedene Graustufen) illustriert, die sich mit der Anforderungsentwicklung, der Kernaufgabe der Entwicklung sowie der systemischen Betrachtung befassen (VDI, 2021a, S. 21). Diese drei Stränge wirken demgemäß zusammen und sollen zu einer tiefergehenden Vernetzung von Disziplinen und deren Expertise beziehungsweise Wissen führen.
Ferner sind in Abbildung 2.11 Kontrollpunkte gezeigt, die im Sinne des Fortschritts des Projekts zu interpretieren sind. Diese Kontrollpunkte enthalten in der Regel Kontrollfragen, welche zur strukturierten Planung des Prozesses dienen können (VDI, 2021a, S. 23). Eine Frage könnte exemplarisch sein, ob alle relevanten Systeme und Subsysteme spezifiziert sind.
Das V-Modell in Abbildung 2.11 endet mit der Validierung und der Übergabe an die Produktion beziehungsweise Fertigung.
Als Anmerkung sei ergänzt, dass im Kontext des V-Modells auch manchmal von einer linksschenkligen Dekomposition (Zerlegung) sowie einer rechtsschenkligen Komposition (Zusammensetzung) gesprochen wird (vgl. Menges et al., 2019, S. 606), welches gemäß Abbildung 2.11 ebenfalls nachvollziehbar ist.

Vorgehensmodell nach Pahl und Beitz

Eines der Grundwerke der Produktentwicklung und ebenfalls als Bezugspunkt geltende Standardmodell ist das Vorgehensmodell nach Pahl und Beitz, welches 1977 publiziert wurde und in Abbildung 2.12 dargestellt ist (Bender and Gericke, 2021, S. 86). Dieses in Abbildung 2.12 gezeigte Modell entstammt aus der Zeit des monodisziplinären Konstruierens und explizierte zur damaligen Zeit den Arbeitsfluss des Konstrukteurs beziehungsweise dessen Entwicklungsschritte (vgl. Pahl and Beitz, 1977, S. 47 ff.). Das Buch wird auch heute noch in seiner 9.Auflage unverändert als *„Pahl/Beitz Konstruktionslehre“* verlegt.
Letztendlich gilt es bei Betrachtung dieser Modellbildung zu beachten, dass polydisziplinär entwickelte Systeme oftmals einer Systemintegration bedürfen. So müssen zum Beispiel Hardware- und Softwarekomponenten integriert und getestet werden.
Nichtsdestotrotz enthält dieses Modell nach wie vor eine unverändert gültige Grundlogik von Entwicklungsphasen auf makroskopischer Ebene hinsichtlich tradtionell gemanagter Projekte und Prozesse.

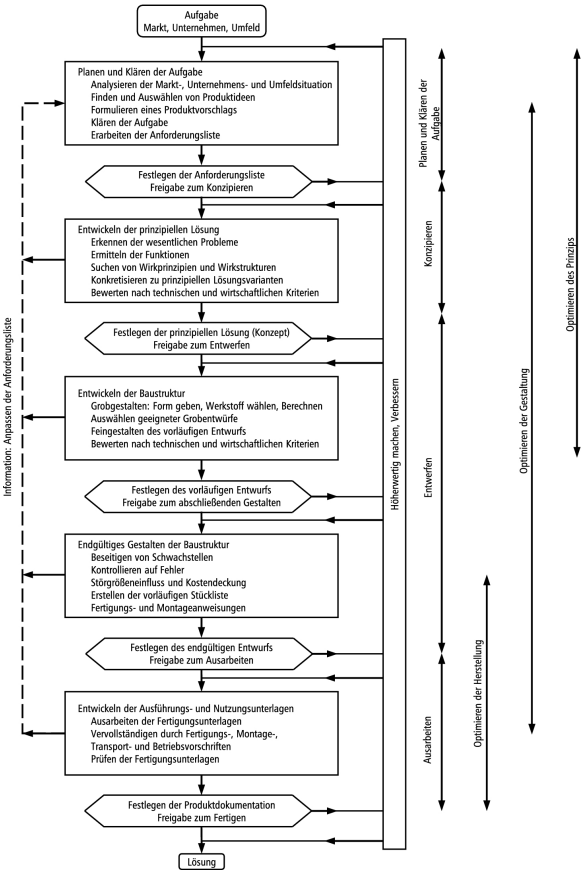


Abbildung 2.12
Darstellung des Vorgehensmodells nach Pahl und Beitz (Pahl and Beitz, 1977, S. 52; Bender and Gericke, 2021, S. 86); Genehmigung zur Reproduktion durch den Springer Verlag erhalten

Deshalb kann dieses Vorgehensmodell mitunter auch als Vorgängermodell anderer Modelle interpretiert werden. Dennoch ist festzuhalten, dass die dort gezeigte Sequenzialität in der Praxis nicht mehr der Realität entspricht und Iterationen als auch parallellaufende Prozesse heutiger Standard sind.
Iterationen beschreiben in diesem Zusammenhang die auf ein Ziel gerichtete Wiederholung von Aktivitäten.

4-Zyklen-Modell der Produktentstehung

Als nächstes Modell und an dieser Stelle kurz wiederholt, ist das von Gausemeier et al. (2018, S. 90) publizierte Modell der Produktentstehung (siehe Abbildung 2.5), der diesen wie bereits erwähnt, als fortlaufende Abfolge von Teilprozessen versteht.

Folglich werden die Zyklen nicht konsekutiv durchlaufen, sondern sind als iterative Prozesse zu interpretieren.

MVM - Münchner Vorgehensmodell und das MKM - Münchner Produktkonkretisierungsmodell

Ein in der Grundintention ähnliches Modell ist das Münchner Vorgehensmodell (MVM), welches jedoch deutlich generischer und eher als Orientierungshilfe für Problemlösungsprozesse zu interpretieren ist (Lindemann, 2009, S. 46). Im Wesentlichen basiert es gemäß den Autoren auf anderen Vorgehensmodellen und wurde durch die Einbindung von Psychologen erweitert (Lindemann, 2016, S. 489).

Insofern stellt dies eine Ergänzung zu dem publizierten Münchner Produktkonkretisierungsmodell (MKM) dar. Innerhalb des MKM´s wird der Entwicklungsprozess als flexibler Prozess modelliert, der insbesondere das Wechselspiel zwischen dem Anforderungsraum und dem Lösungsraum betont (Ponn and Lindemann, 2011, S. 27). Das Münchner Produktkonkretisierungsmodell ist in Abbildung 2.13 dargestellt.

In Anlehnung an Ponn and Lindemann (2011, S. 28) wird der Fokus auf die wesentlichen Dimensionen für *„das Vorgehen im Entwicklungsprozess: den Konkretisierungsgrad, den Zerlegungsgrad und den Variationsgrad“* gelegt. Die in Abbildung 2.13 visualisierte Funktionsebene adressiert die Funktionen, die das zu entwickelnde Produkt enthalten soll, wobei eine Funktion einen gewollten Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen repräsentiert, um eine spezifische Aufgabe zu erfüllen (vgl. VDI, 2021b, S. 8; Bender and Gericke, 2021, S. 14).

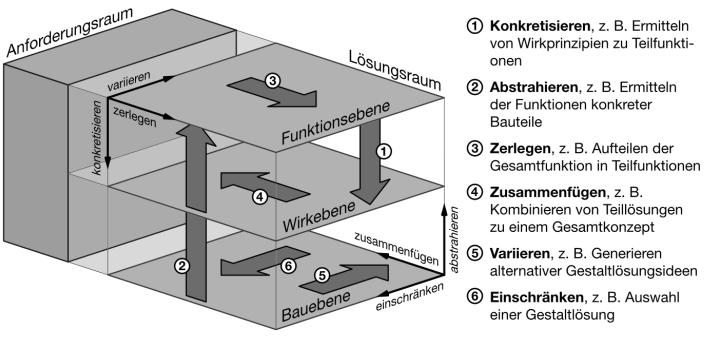


Abbildung 2.13
Visualisierung des Münchner Produktkonkretisierungsmodells nach Ponn and Lindemann (2011, S. 28); Genehmigung zur Reproduktion durch den Springer Verlag erhalten

Die in der Abbildung 2.13 dargestellte Wirk- und Bauebene beschreibt den Wirk- und Bauteilzusammenhang von Produktartefakten, durch die funktionale Anforderungen, etwa über physikalische Effekte, mit konkreten Bauteilen oder Baugruppen umgesetzt werden (vgl. Bender and Gericke, 2021, S. 14 ff.). Diese Konkretisierungsschritte finden sich jedoch im Grundsatz auch in den anderen Modellen wieder.

Spiral Modell

Ein konzeptionelles Modell, welches bereits um 1959 die iterative Charakteristik von Entwicklungsprozessen anerkannte, war das durch Evans (1959, S. 672) entworfene allgemeine Design Diagramm. Wie Wynn and Clarkson (2017, S. 173) resümieren, *„werden frühe Schätzungen vorgenommen und im Laufe des Entwurfs immer wieder verfeinert, bis die voneinander abhängigen Variablen im Einklang sind. Mit dem Fortschreiten des Projekts werden diese Entwurfsüberlegungen durch wiederholte Beachtung in der angegebenen Reihenfolge schrittweise verfeinert, bis eine ausgewogene Lösung erreicht ist.“* Dieses Modell kann als Vorgängermodell des später bekannt gewordenen Spiralmodells interpretiert werden (Boehm, 1988, S. 64), obgleich deren Zusammenhang nicht dokumentiert ist. Das Spiral Modell ist in Abbildung 2.14 dargestellt.

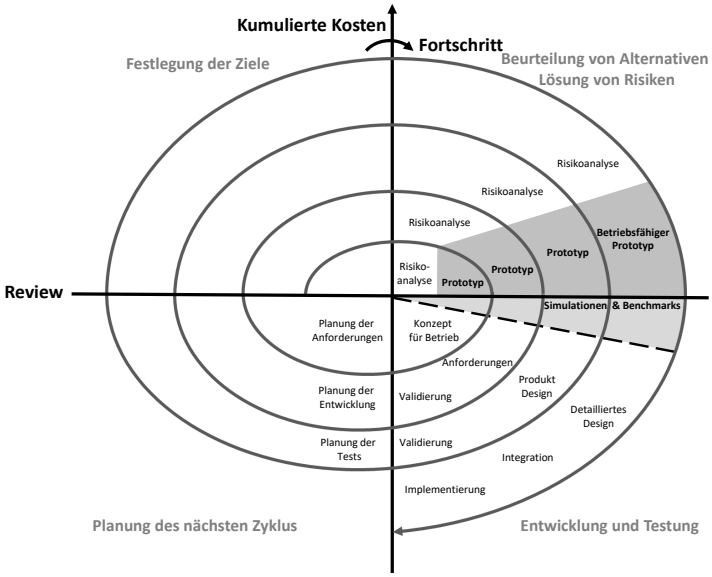


Abbildung 2.14
Illustration des Spiral Modells in Anlehnung an Boehm (1988, S. 64)

Wie Boehm (1988, S. 64 f.) erläutert, handelt es sich bei dem Spiral Modell um eine mehrjährige Verbesserung und Anpassung des theoretischen Wasserfallmodells, in dem der Entwicklungsprozess linear und sequenziell dargestellt ist. Insofern beginnt ein Zyklus des in Abbildung 2.14 illustrierten Spiral-Modells mit der Festlegung der Ziele für das zu entwickelnde Produktartefakt, gefolgt von einer Risikobewertung, Entwicklung und Testung, sowie erneuter Planung, wodurch eine iterative Lösungssuche gefördert wird. Einer der herauszustellenden Vorteile des Spiral Modells ist es, dass Risiken stets und ständig nach erfolgter Stakeholdereinbindung beurteilt werden können (Boehm, 1988, S. 69). Ferner wird durch das Modell ein ständiges Augenmerk auf die Kosten gerichtet, wodurch auch stets Optionen berücksichtigt werden (wie die Wiederverwendung von Artefakten), die zur Kostenreduktion beitragen.

Zusammenfassung

Zusammenfassend stellen die vorgestellten Modelle systematische Ansätze zur Gestaltung effizienter Produktentwicklungsprozesse dar. Dennoch bleiben die teils unterschiedlichen Ansichten zur Prozessgestaltung von Produktentwicklungsprojekten sowie die oftmals geforderte vollständige Fixierung von Anforderungen zu Beginn der Projekte erkennbar.

Neben den bereits vorgestellten Modellen existieren zahlreiche weitere, weshalb auf die Übersichtsarbeiten von Wynn and Clarkson (2024, 2017) verwiesen wird. In den Werken von Wynn and Clarkson (2024, 2017) werden diese Modelle darüber hinaus in Ebenen- und Zweckkategorien typologisiert. So beschreiben die Autoren sowohl Mikro-, Meso- und Makroebenen als auch verschiedene Zweckperspektiven, wie exemplarisch die der Modelle, die zur Analyse genutzt werden.

ⓘ Modelle bilden die Realität nie vollständig ab

Abschließend bleibt zu erwähnen, dass Modelle immer nur ein Abbild der Realität darstellen und nur selektive Schlüsselinformationen hervorheben können (Browning, 2010, S. 317). Daher können Modelle die Realität nie vollständig abbilden. Deshalb bleiben Modelle zweckorientiert und unterstützen als solche die Kommunikation zwischen Individuen bezüglich repräsentierter Informationen (vgl. Bender and Gericke, 2021, S. 59; VDI, 2021b, S. 9; Browning et al., 2006, S. 105).

2.2.3 Zwischenfazit

In der Literatur sind zahlreiche Vorgehensweisen, Prozessmodelle, Frameworks und Methoden veröffentlicht, von denen jedoch nur ein Bruchteil tatsächlich Anwendung findet (vgl. Gericke et al., 2020, S. 2). Dies liegt unter anderem daran, dass Praktiker diese nur dann anwenden, wenn Sie einen spürbaren Nutzen antizipieren (Gericke et al., 2022, S. 1).
Obwohl die bereits vorgestellten Modelle verschiedene Perspektiven auf die Produktentstehung und -entwicklung bieten, sind deren Prämissen mitunter einschränkend. Deshalb werden diese etablierten Modelle zunehmend in Frage gestellt, da der Bedarf an erhöhter Flexibilität, Agilität und Anpassungsfähigkeit auf Grund von Dynamiken steigt. Insofern lässt sich eine Diskrepanz zwischen präskriptiven prozeduralen Modellen einerseits und dynamisch adaptiven Modellen andererseits ableiten.
Gelegentlich erwecken diese Modelle sogar den Eindruck, dass sie konsequent nach festen Routinen abgearbeitet werden könnten, was zu einem Mangel an Realitätsnähe führt.

ⓘ Eine andere Frage die kritisch erörtert werden darf, ist, ob sich die zuvor dargestellten Modelle grundsätzlich für das Entwickeln unter VUCA-Bedingungen eignen. Wie durch Abbildung 2.15 antizipierbar, sind bereits die generischen Modelle in einem Kontext (Umwelt) entstanden

Die referenzierten Autoren verweisen zwar immer wieder auf den Anpassungsprozess der Modelle, hierfür ist allerdings ein tiefgehendes Verständnis der Wirkmechanismen einerseits und der spezifischen kontextuellen Randbedingungen andererseits erforderlich. Dies betrifft zum Beispiel Unterschiedlichkeiten zwischen Hardware- und Softwareprodukten, sowie deren heutige Entwicklungsumgebungen. Die Bedeutung dieses Sachverhalts wird insbesondere dann deutlich, wenn der Anpassungsprozess, etwa in Form eines Prozessmodells, auf spezifische unternehmerische Kontexte angewendet werden muss, siehe Abbildung 2.15. Wie in Abbildung 2.15 dargestellt, werden die exemplarisch vorgestellten Prozessmodelle (siehe Abschnitt 2.2.2) aus der Literatur an die unternehmensspezifischen Randbedingungen sowie der Umwelt des Unternehmens angepasst. Dieser Anpassungsprozess wird *Tailoring* genannt und umfasst daher die Ableitung sowie Spezifizierung einer allgemein verfügbaren Prozessbeschreibung (vgl. Hollauer and Lindemann, 2017, S. 611). Dies gilt vice versa ebenso für Methodiken oder Ähnliches, wie ebenfalls in Abbildung 2.15 illustriert.

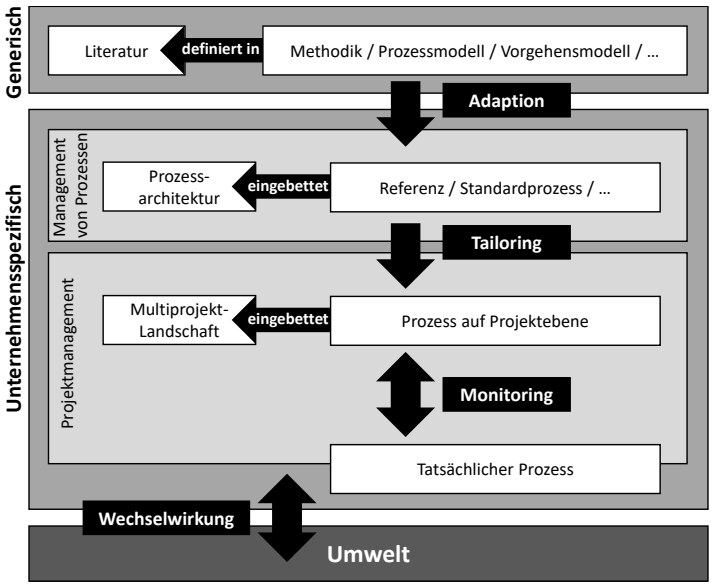


Abbildung 2.15
Darstellung der Anpassungsnotwendigkeiten von Methodiken, Prozessmodellen oder Ähnlichem auf die Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens in Anlehnung an Hollauer and Lindemann (2017, S. 611); Der tatsächlich durchgeführte Prozess auf Projektebene unterscheidet sich folglich vom generischen Prozessmodell.

Das Zuschneiden von Modellen (Tailoring) auf die spezifischen Randbedingungen des Unternehmens findet seine Grenzen jedoch dann, wenn das generische Modell etwaige Umweltbedingungen nicht adäquat berücksichtigen kann. Anders formuliert entstanden die zuvor beschriebenen Prozessmodelle in einem (historischen) Kontext, der die heutigen Umweltbedingungen nicht in gleicher Weise berücksichtigen musste.
Daher werden in den folgenden Abschnitten zunächst die für diese Arbeit wesentlichen Umwelt- und Randbedingungen betrachtet und beschrieben.

2.3 Kontext und Randbedingungen

Wie bereits skizziert finden Produktentwicklungsprojekte in Anlehnung an Hales and Gooch (2004, S. 23) im Rahmen von Managementsystemen innerhalb einer Organisation statt, welches den Kontext der Produktentwicklung determiniert. Der Kontext definiert daher das Umfeld, in dem die Produktentwicklung eingebettet ist (Gericke et al., 2013, S. 193; Wynn and Clarkson, 2024, S. 100). Die Randbedingungen definieren die konkreten

Vorgaben und Restriktionen, innerhalb derer die Produktentwicklung ihre Grenzen findet (Stegmiller, 2021, S. 66). Im Folgenden werden zunächst die Unterscheidungsmerkmale der in dieser Arbeit betrachteten Produkttypen erläutert, ehe das aktuelle Umfeld für deren Entwicklung beschrieben wird.

2.3.1 Produkttypen

Durch fortschreitende Technologien werden heutige Produktentwicklungen aufwändiger und komplexer. Dies betrifft sowohl die mannigfaltig denkbaren Verbindungen von Komponenten zueinander als auch die Anzahl jener Komponenten selbst (Atzberger, 2022, S. 20). Daher sind grundsätzlich alle technischen Produkttypen, wie zum Beispiel die der Software, der mechatronischen Produkte oder gar der Produkt-Service-Systeme betroffen. Im Folgenden erfolgt eine kurze Vorstellung bekannter und gängiger Produkttypen, wobei der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Entwicklung physischer Produkte liegt.

Produkttyp: Softwareprodukt

Unter Software versteht man umgangssprachlich sowohl eigenständige digitale Produkte als auch die virtuellen Anteile von mehrkomponentigen Produkten. Die Software stellt durch programmierte Anweisungen bestimmte Funktionen bereit.
Aramand (2008, S. 155) beschreibt Software korrespondierend dazu als *„ein Satz miteinander verbundener und in sich geschlossener Programme, die auf Hardware-Geräten ausgeführt werden, um eine Reihe von beobachtbaren oder nicht beobachtbaren Funktionen und Merkmalen auszuführen."* Folglich können unter dem Begriff *Software* Office-Programme, Betriebssysteme und verwandte Anwendungen zusammengefasst werden, deren elementare Bestandteile Codes (Anweisungen) sind. Insofern stellen sie einen Kontrast zu den sogenannten Hardwareprodukten dar, die den materiellen beziehungsweise physischen Anteil eines Produkts repräsentieren oder gar als eigenständige physische Produkte existieren. Auch wenn das Entwickeln von Software auf den ersten Blick als reine Codieraufgabe erscheinen mag, umfasst die Entwicklung dennoch typische Aktivitäten und Prozessschritte der Produktentwicklung (Osterweil, 2018, S. 61).

Abgrenzung zu Hardwareprodukten

Wie bereits im Kapitel 1 dargelegt, unterscheiden sich Hardware-

und Softwareprodukte sowohl in ihren strukturellen Komponenten als auch in ihren Lebenszyklen. Dies spiegelt sich insofern in der Ressourcenverteilung und der Dauer der einzelnen Phasen des Lebenszyklus wieder, wie in Abbildung 2.16 skizziert.



Abbildung 2.16
Qualitative Unterschiede hinsichtlich des Zeit- und Ressourcenaufwands zwischen Hardware- und Softwareprodukten in Anlehnung an Socha and Walter, 2006, S. 547; Schmidt, 2019, S. 28; Atzberger, 2022, S. 37

In Abbildung 2.16 repräsentieren die Schriftgrößen das qualitative Maß an Aufwand hinsichtlich Zeit und Ressourcen. Je größer die Schrift, desto mehr Zeit und Ressourcen werden gegenüber dem anderen Produkttyp benötigt. Entsprechend entfällt bei physischen Produkten der Ressourcenaufwand nicht nur auf die Entwicklung, sondern auch auf die Fertigung (Socha and Walter, 2006, S. 547; Atzberger, 2022, S. 36). Das Gros der gegenwärtigen Produkte integriert Bestandteile beider Produkttypen und erschöpft somit die Möglichkeiten der jeweiligen Technologien.

Produkttyp: Mechatronisches Produkt

Mechatronische Produkte sind mehrkomponentige Produkte oder Systeme, welche mehrere Domänen wie die der Mechanik und die der Elektronik integrieren. Während der industriellen Revolution 1.0 konnten ausschließlich mechanische Produkte realisiert werden. Die nachfolgenden Revolutionen, die durch Elektrifizierung und Digitalisierung geprägt waren, eröffneten jedoch neue Möglichkeiten, die zur Entwicklung mechatronischer Produkte führten (Jiao et al., 2021, S. 3).
Gemäß Lindemann (2016, S. 570) basiert die Grundstruktur solcher Produkte *„auf den mechanisch/elektrisch geprägten Grundsystem, den Aktoren sowie den Sensoren und der elektronisch/informatikorientierten Steuerung und/oder Regelung. Diese stehen in Wechselwirkungen mit dem Umfeld [...]“*
Im Vergleich zu Softwareprodukten, bedarf es auch hier einer Materialisierung sowie eines Ineinandergreifens von verschiedenen Wissensdomänen zur Realisierung mechatronischer Sys-

teme (VDI, 2004, S. 4). Dies lässt sich anhand einer Darstellung eines Standard-Batterie-Systems vergegenwärtigen, wie in Abbildung 2.17 visualisiert.

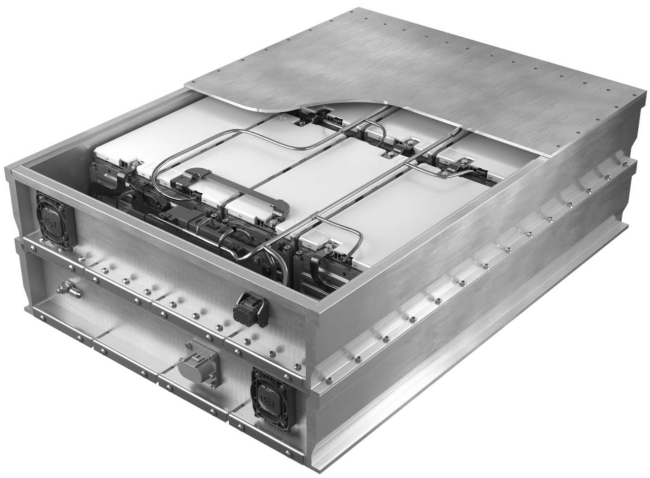


Abbildung 2.17
Darstellung des CV Standard-Batteriesystems der Webasto Group als Beispiel eines mechatronischen Produkts; das System wird in andere Systeme integriert (Webasto Group, 2024); Genehmigung zur Reproduktion durch die Webasto Group erhalten

Die in Abbildung 2.17 dargestellte Batterie wurde für die Anforderungen des Nutzfahrzeugmarktes entwickelt und beinhaltet verschiedene Komponenten. In Abbildung 2.17 sind das Gehäuse, Anschlussmöglichkeiten (z. B. Hochvolt-Stecker und Niedrigvolt-Stecker) sowie Ausschnitte weiterer innenliegender Komponenten dargestellt. Die innenliegenden Komponenten bestehen aus Batterie, Kühlsystem und weiteren sicherheitsrelevanten Elementen (z. B. integrierte Elemente zur Erkennung von Kondensation). Über definierte Schnittstellen könnte das Nutzfahrzeug mit dem in Abbildung 2.17 gezeigten mechatronischen System kommunizieren.

Produkttyp:
Produkt-Service-System

Produkt-Service-Systeme sind gemäß Baines et al. (2007, S. 1543) ein *„Spezialfall der Servitisierung. Produkt-Service-Systeme können als ein Marktangebot betrachtet werden, das die traditionelle Funktionalität eines Produkts durch die Einbeziehung zusätzlicher Dienstleistungen erweitert."*

Die Produkt-Service-Systeme sind folglich eine Wirkung der Verlagerung von Wertschöpfungsprozessen (Basirati et al., 2018, S. 2811), wodurch eine kontinuierliche Nutzung respektive Dienst-

leistung, statt ein Produkt an Kunden verkauft werden soll.
Daher müssen die Lebenszyklen von Produkten, mit denen von Dienstleistungen in Einklang gebracht und miteinander synthetisiert werden (Beuren et al., 2016, S. 419). Auf Grund dessen gewinnen Produkt-Service-Systeme an Multidisziplinarität, an Varietät, Interdependenzen und somit folglich an Komplexität (vgl. Zou et al., 2018, S. 5 ff.). So müssen beispielsweise entwickelte und gefertigte Fahrräder mit weiteren Kommunikationsmodulen zur Nutzeridentifikation und Ortung implementiert werden (Lindemann, 2016, S. 871), was zu zusätzlich zu berücksichtigenden Elementen in Entwicklung und Fertigung führt. Andere Beispiele solcher Systeme sind sowohl Cloudlösungen als auch Carsharing- oder Druckerleasing-Angebote. Weitere Informationen zu diesem Produkttyp bieten Aurich and Clement (2010); Vogel-Heuser et al. (2014).

Produkttyp: Cyber-physisches System

Ein weiterer und zunehmend im Kontext der Industrie 4.0 an Bedeutung gewinnender Produkttyp ist das cyber-physische System (vgl. Jiao et al., 2021, S. 1 f.; Bender and Gericke, 2021, S. 1). Cyber-physische Systeme erweitern die mechatronischen Produkte und Systeme, indem sie über das Internet der Dinge und Dienste in Echtzeit mit anderen Systemen kommunizieren und interagieren (Lindemann, 2016, S. 874).
In Anlehnung daran definiert Czichos (2019, S. 333) diese Systeme daher wie folgt: *„Cyber-physische Systeme (CPS) sind gekennzeichnet durch eine Verknüpfung von realen (physischen) Objekten und Prozessen mit informationsverarbeitenden (virtuellen) Objekten und Prozessen über offene, teilweise globale und jederzeit miteinander verbundene Informationsnetze."*
Diese Definition ist in Abbildung 2.18 anhand eines Ökosystems jener Produkte visualisiert.
Dieses in Abbildung 2.18 dargestellte Ökosystem spiegelt sich ferner in der Begriffsklärung der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften wieder (Acatech, 2011, S. 13), in der es heißt, dass *„die physikalische und virtuelle Welt verschmelzen."*
Ferner werden die Systeme auf Basis eines mechatronischen Kerns erweitert (Czichos, 2019, S. 333), wie in Abbildung 2.18 ebenfalls dargestellt.

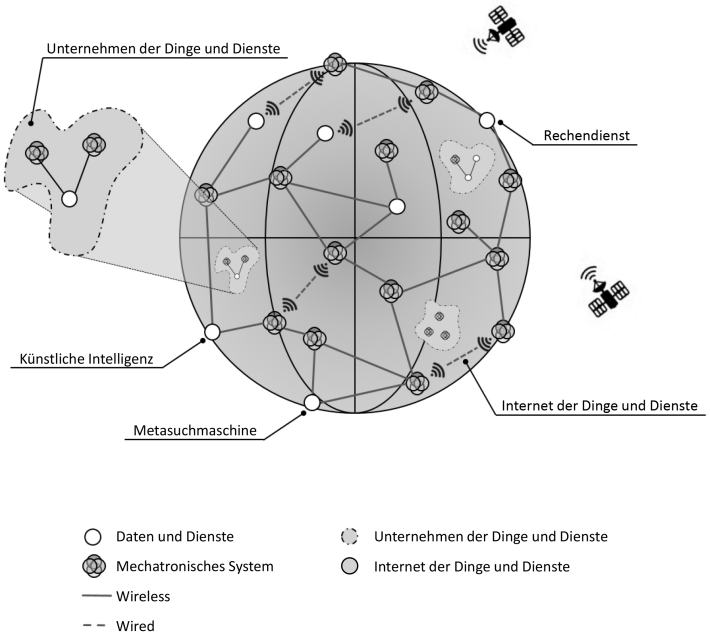


Abbildung 2.18
Darstellung des Ökosystems cyber-physischer Systeme nach Graessler and Hentze (2020, S. 315)

Aus dieser Erweiterung ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten und -szenarien für Bereiche des täglichen Lebens. So ermöglicht der Einsatz smarter Fabriken eine bedarfsgerechte Fertigung, während autonome Fahrzeuge beispielsweise das Gefahrenpotenzial während der Fahrt mitigieren könnten.
Wie Eckert et al. (2019, S. 2127) aus den Ergebnissen ihrer Workshops rekapitulieren, werden bis 2040 die meisten entwickelten Systeme jenem Produkttyp entsprechen. Weiterführende Informationen zu diesem Thema finden sich in den Arbeiten von Acatech (2011), Andelfinger and Hänisch (2017), Kravets et al. (2020) sowie Kravets et al. (2021) wieder.

Ergänzende Hinweise

Es sei darauf hingewiesen, dass weitere Produkttypen grundsätzlich differenziert werden können. So wurden beispielsweise Unterschiedlichkeiten zwischen Software und Firmenware weder herausgearbeitet noch präzisiert.
In dieser Dissertation liegt der Schwerpunkt auf den zusätzlich

zu beachtenden Faktoren, die aufgrund der physischen Eigenschaften von Hardwarekomponenten berücksichtigt werden müssen. Deshalb werden im weiteren Verlauf mit Produkten und Systemen stets mechatronische Produkte/Systeme, cyberphysische Produkte/Systeme, physikalische Produkte/Systeme sowie Hardwareprodukte gemeint sein. Folglich werden diese Begriffe synonym verwendet, sofern nicht anders verdeutlicht. Dem Autor ist bewusst, dass Unterschiede zwischen diesen Termini existieren und expliziert werden müssen (siehe Ausführungen zuvor), nichtsdestotrotz bleibt für diese Arbeit insbesondere der Unterschied zur monodomänalen Software von Interesse, wie bereits in Tabelle 1.1 festgehalten, da sich hieraus besondere Herausforderungen im Kontext des zu bearbeitenden Themenfeldes ergeben, siehe Kapitel 1.

Neben den kontextuellen Randbedingungen, die sich aus der spezifischen Natur des Produkttyps ergeben, sind weitere Faktoren zu berücksichtigen, wie die des Umfeldes, welches zum Beispiel den Entwicklungsprozess der Produkte beeinflusst.

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Umfeld als ein solches definiert, dessen Einflüsse sich aus den VUCA-Bedingungen ableiten lassen. Diese VUCA-Bedingungen stellen kontemporäre Produktentwicklungsprojekte vor erhebliche Herausforderungen (vgl. Schmidt et al., 2018b, S. 2121; Pendzik et al., 2023, S. 2166), weshalb jene Bedingungen Gegenstand des folgenden Abschnitts sind und daher beschrieben werden.

ⓘ Weitere Möglichkeiten der Kontextualisierung siehe Ays (2022, S. 115 ff.); Gericke et al. (2013, S. 193 ff.); Hales and Gooch (2004, S. 23 ff.)

2.3.2 VUCA-Bedingungen

Die heutige Welt befindet sich in einem kontinuierlichen Wandel, wodurch Unternehmen immer häufiger mit Ungewissheiten konfrontiert werden (Walker et al., 2003, S. 5; Maes et al., 2022, S. 382; Taskan et al., 2022, S. 196).

Dieser Wandel wird mit Hilfe des Akronyms VUCA beschrieben und findet daher sowohl in der Literatur zum Projektmanagement/Management (vgl. Maes et al., 2022; Johansen and Euchner, 2013; Millar et al., 2018) als auch in der Literatur zur Produktentwicklung entsprechende Erwähnung (vgl. Gräßler and Pottebaum, 2022; Schuh et al., 2022; Schröder, 2018).

ⓘ Das Akronym VUCA ist englischen Ursprungs und steht für Volatility (Volatilität), Uncertainty (Unsicherheit), Complexity (Komplexität) and (und) Ambiguity (Ambiguität) (VUCA)

Verbindungen des Akronyms VUCA zum Militär der Vereinigten Staaten von Amerika

Das aus dem englischen Sprachraum stammende Akronym fasst die heute omnipräsenten Merkmale Volatilität, Ungewissheit, Komplexität und Ambiguität zusammen (Barber, 1992, S. 8) und wird gleichzeitig regelmäßig mit dem Militär in Verbindung gebracht (Kumar Das and Ara, 2014, S. 6410; Bennett and Lemoine, 2014, S. 311; Millar et al., 2018, S. 6; Jordaan, 2019, S. 61; Taskan et al., 2022, S. 197; Waller et al., 2019, S. 75).
Trotz der Verbindungen zum US-Militär finden sich bereits in früheren Publikationen Hinweise auf diese spezifizierten VUCA-Merkmale wieder (vgl. Warren and Burt, 1985), auch wenn diese dort nicht unter dem heute gebräuchlichen Akronym zusammengefasst und referenziert werden.
Grundsätzlich ermöglichen die Kategorisierung und Beschreibung der Begriffe Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambiguität eine präzisere Klassifizierung des allgemeinen und diffusen Konzepts von Wandel und Veränderung (Schrof, 2023, S. 13). Daher verwundert es nicht, dass das Akronym als solches auch in der industriellen Praxis Einzug gehalten hat.
Gemäß Verma (2024, S. 267) sind die sogenannten VUCA-Bedingungen die neue Normalität des heutigen Geschäftsumfeldes, und somit auch die der produktentwickelnden Industrie. So werden zum Beispiel Produktlebenszyklen immer kürzer, während neue Technologien und eine erhöhte Wettbewerbsintensität zu einer steigenden Komplexität von Produkten und Prozessen führen (vgl. Heimicke et al., 2021a, S. 786).

Beschreibung der VUCA-Merkmale

In den nachfolgenden Abschnitten werden die einzelnen Merkmale VUCAs konkretisiert, damit Sie im Kontext dieser Arbeit eingeordnet werden können. Es sei jedoch angemerkt, dass der generische oder inkonsistente Gebrauch dieser Merkmale, bedingt durch unterschiedliche Perspektiven von Forschung und Praxis, dazu geführt hat, dass sich Einflussfaktoren in deren Beschreibung überschneiden und vermischen, wie es durch Pendzik et al. (2023, S. 2173) bereits thematisiert worden ist.

Volatilität

Volatilität beschreibt nach Saleh and Watson (2017, S. 712) sowohl das Tempo des Wandels im Organisationsumfeld als auch

dessen Ausmaß. Ähnlich wird Volatilität durch Carson et al. (2006, S. 1059) beschrieben, welche diese als die Schnelligkeit und Unvorhersehbarkeit von Veränderungen im Zustand der Umwelt sowie im Verlaufe der Zeit beschreiben. Dabei ist die Häufigkeit dieser Veränderungen nicht prognostizierbar (Bennett and Lemoine, 2014, S. 313). Caporin and McAleer (2010, S. 192) generalisieren Volatilität hinsichtlich beliebiger Variablen, welche sich in Raum und Zeit ändern, da diese sonst als Konstanten beschrieben werden könnten.
Gemäß dessen können Volatilitäten im Projektkontext zum Beispiel die Häufigkeit der Änderungen von Kundenanforderungen sein (Bennett and Lemoine, 2014, S. 313). Nach Butler et al. (2020, S. 271) können dies auch Veränderungen in der Technologie sein, welche sich sukzessive wandeln und fortlaufend bereitgestellt werden, um zum Beispiel Innovationen zu treiben. Grundsätzlich können aber auch Rohstoffpreise oder Marktnachfragen Änderungen unterworfen sein. Wie Taskan et al. (2022, S. 212 f.) konkludieren, geht es bei der Beschreibung der Volatilität um fluktuierende Zustände von Variablen, die nicht zwingend unbekannt sein müssen, wie die Beispiele verdeutlichen.

Unsicherheit

Unsicherheit gilt als ein grundsätzliches Merkmal von Projekten (vgl. Perminova et al., 2008, S. 74; Saunders et al., 2016, S. 1252; Lin et al., 2019, S. 896; Maes et al., 2022, S. 382). Dabei kann Unsicherheit als eine Zukunft beschrieben werden, die zuvor nicht bestimmbar ist oder nicht durch einzelne Personen vorhergesagt werden kann (vgl. Milliken, 1987, S. 136). Konkreter wird Paetzold (2022, S. 203 ff.), welche unter Unsicherheiten Diskrepanzen, Inkonsistenzen, Lücken sowie Unvollständigkeiten innerhalb von Daten und Informationen sowie deren korrespondierenden Flüssen versteht. Wie Paetzold (2022, S. 205 ff.) gedanklich absteckt, äußert sich dies zum Beispiel dahingehend, dass Teilaufgaben in der Produktentwicklung als nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können, sodass an prozessualen und organisatorischen Schnittstellen Verfügbarkeitsunsicherheiten existieren.

Obwohl in der Fachwelt Einigkeit darüber besteht, dass Unsicherheiten in Projekten unerwünscht sind, gibt es in der Literatur unterschiedliche Interpretationen hinsichtlich der Konzeptualisierung von Unsicherheit. Einerseits kann Unsicherheit als eine Wirkung betrachtet werden, deren Ursächlichkeit in anderen Einflussfaktoren (z. B. Volatilität oder Ambiguität) Begründung findet. Andererseits kann Unsicherheit auch als einzelner Einflussfaktor in einem Konglomerat von Faktoren für Wandel und Veränderung interpretiert werden, wobei verschiedene Arten (vgl. Pearson and Brockhoff, 1994, S. 12) als auch verschiedene Dimensionen der Unsicherheit (vgl. Walker et al., 2003, S. 9) unterschieden werden können.
Häufig werden Unsicherheiten in aleatorische und epistemische Unsicherheiten unterteilt (Zimmermann et al., 2017, S. 243; Grenyer et al., 2021, S. 190; Thunnissen, 2003, S. 7; Gadzo et al., 2024, S. 2535; Wynn et al., 2011, S. 189), wobei Verbindungen zu anderen Ansätzen ohne Zweifel vorhanden sind (vgl. Walker et al., 2003, S. 13; Pendzik et al., 2023, S. 2168; Taskan et al., 2022, S. 203 ff.). Aleatorische Unsicherheiten resultieren aus zufälligen Schwankungen von Einflussgrößen. Im Kontrast dazu resultieren epistemische Unsicherheiten aus unzureichender Kenntnis der betrachteten Systeme oder aus Informations- oder Wissenslücken jeglicher Art. Diese Art der Differenzierung von Unsicherheiten sowie deren Bezug zum Informationsstand ist in Abbildung 2.19 graphisch veranschaulicht.

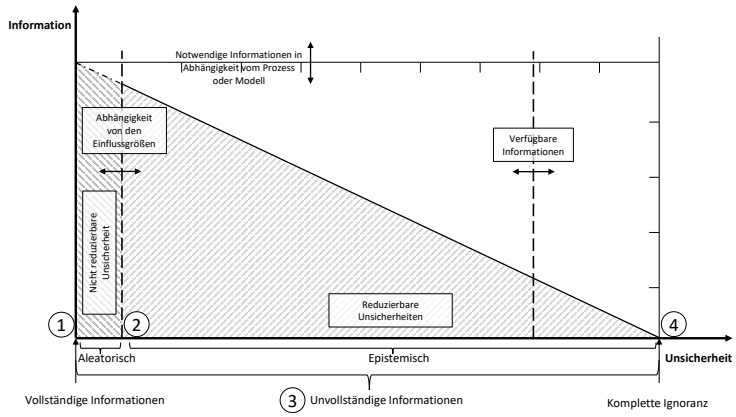


Abbildung 2.19
Zusammenhang zwischen der Information und der Unsicherheit in Prozessen und Modellen nach Knetsch (2004, S. 32) und Pendzik et al. (2023, S. 2168)

In der Abbildung 2.19 ist auf der Abszissenachse die Unsicherheit und auf der Ordinatenachse die Information aufgetragen. Dabei stehen die vier, in Abbildung 2.19 verzeichneten, Punkte für unterschiedliche Status.

(1) Status vollständiger Informationen in dem es keine Unsicherheiten gibt - in der Regel eher theoretischer Natur
(2) Status vollständiger Informationen reduziert um die Unsicherheiten, die durch Zufallsvariationen bedingt sind
(3) Spektrum der Unsicherheit auf Basis bestehender Informationen, welche durch Informationsklarheit und Informationsgewinnung weiter reduziert werden könnten
(4) Status kompletter Ignoranz, dessen Rationalität seine Ursächlichkeit im Menschen selbst findet

In Summe wird in dieser Forschungsarbeit ein integratives Verständnis von Unsicherheit verfolgt, das die pluralistischen Perspektiven der zuvor referenzierten Autoren gleichermaßen würdigt. Im Kontext dessen sollen mit Unsicherheiten aber immer Informationsdefizite oder Unvorhersehbarkeiten gemeint sein, die Produktentwicklungsprozesse erschweren.

Komplexität

Die Omnipräsenz von Komplexität sowie deren implizierte Herausforderungen sind für Unternehmen bekannt (Nachbagauer, 2021, S. 1). Komplexität beschreibt nach Krause and Gebhardt (2018, S. 37) *„die Anzahl, Vielfalt und Beziehungen der Systemelemente sowie deren Zustände und Veränderlichkeit. Ein System kann als komplex bezeichnet werden, wenn dieses nicht-deterministisch, unsicher und zeitlich veränderlich (dynamisch) ist.“*
Insofern wird Komplexität von Kompliziertheit abgegrenzt. Von Kompliziertheit wird dann gesprochen, wenn der Aspekt der zeitlichen Veränderlichkeit nicht vorhanden ist (Gomez and Probst, 1999, S. 15; Snowden and Boone, 2007, S. 3; Krause and Gebhardt, 2018, S. 37; Maurer, 2017, S. 15 f.). Der Unterschied zwischen Komplexität und Kompliziertheit ist in Abbildung 2.20 veranschaulicht.

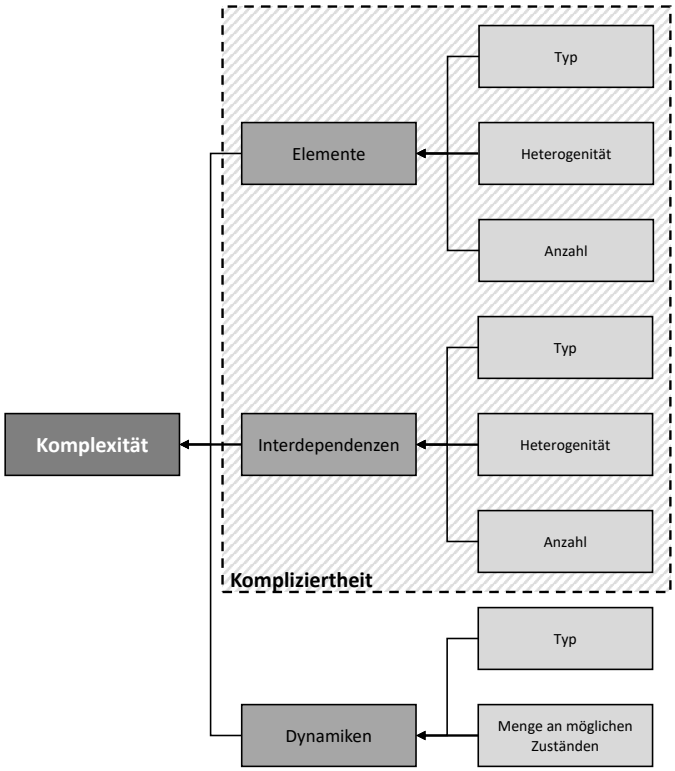


Abbildung 2.20
Exemplarische Parametrisierung von Komplexität aus einer Produktentwicklungsperspektive sowie die Abgrenzung zur Kompliziertheit nach Maurer (2017, S. 22)

Demgemäß kann das Merkmal der Komplexität exemplarisch als Muster von vielen Interaktionen zwischen Akteuren und Netzwerken verstanden werden (vgl. Maes et al., 2022, S. 382), sodass kausale Beziehungen zwar wahrnehmbar sind, aber nicht vorhergesagt werden können (Kurtz and Snowden, 2003, S. 468). Aufgrund dieser Tatsache steigt die Komplexität mit der Höhe der Anzahl an interagierenden Elementen sowie mit den nichtdeterministischen und möglichen dynamischen Wechselwirkungen (vgl. Bolzan de Rezende et al., 2022, S. 4). Dieser faktorielle Zusammenhang lässt sich in Abbildung 2.20 ebenfalls erkennen und folglich ableiten.
Komplexität sorgt dementsprechend für eine wahrnehmbare Ungewissheit im Projektkontext (vgl. Wynn et al., 2011, S. 191 f.; Waller et al., 2019, S. 76; Lin et al., 2019, S. 899), beispielsweise

wenn es um die Entwicklung von innovativen komplexen Systemen und Produkten geht (Zimmermann et al., 2017, S. 233). Grundsätzlich können Herkunftsquellen von Komplexität unterschieden werden, was eine Ergänzung zur in Abbildung 2.20 gezeigten Unterscheidung von Komplexität darstellen würde. So können Prozesskomplexität, Produktkomplexität, Organisationskomplexität und Marktkomplexität differenziert werden, welche darüber hinaus in externe und interne Komplexitätsfelder separiert werden können (Lindemann et al., 2009, S. 27). Je nach Zweck kann eine solche Perspektive wertvoll sein, wenn das Ziel des Unterfangens eine Reduzierung von Komplexität ist, als einen möglichen Ansatz des Komplexitätsmanagements.

Ambiguität

Wie Ullman (2009, S. 234) konstatiert *„beruhen alle Entscheidungen auf unvollständigen, inkonsistenten und widersprüchlichen Informationen."* Also Informationen die entweder nicht vorhanden oder wenn vorhanden ambiguen sind. Zweiteres wird in diesem Abschnitt adressiert.
Ambiguität beleuchtet insbesondere Aspekte der Informationsverarbeitung und der Entscheidungsfindung, da Daten- und Informationen als solche mehrdeutig und unterschiedlich interpretierbar sind (vgl. Rodriguez and Rodriguez, 2015, S. 855 f.; Taskan et al., 2022, S. 209 ff.). Dies umfasst zum Beispiel die Vieldeutigkeit von Aussagen anderer Akteure (vgl. Luft, 2022, S. 268), da Anforderungen durch unterschiedlichste Artikulationen missverständlich sein können (Amna and Poels, 2022, S. 2). Dies hängt damit zusammen, dass Termini und Begrifflichkeiten zur Beschreibung gleicher Zustände diffus oder nicht eindeutig verhandelt sind. Daher weisen (Pich et al., 2002, S. 1013; Maes et al., 2022, S. 382) darauf hin, dass diese konkrete Unsicherheit in den Informationen mit der Komplexität des Projekts in Verbindung stehen kann. Es liegt auf der Hand, dass bei nicht standardisiertem Gebrauch von Sprache die Mehrdeutigkeit von Ausdrücken mit der Zunahme an Akteuren zunimmt.
Dadurch können im Umkehrschluss Annahmen getroffen werden, die möglicherweise ungültig sind (Walker et al., 2017, S. 180).

Wiewiora and O'Connor (2022) gehören zu den ersten Autoren, die sich im Kontext des Projektmanagements mit den verschiedenen Arten und Profilen von Ambiguität beschäftigen. Die Autoren typologisieren Ambiguität als sogenannte Ambiguitätsprofile, die im weitesten Sinne auch als Dimensionen betrachtet werden können (Wiewiora and O'Connor, 2022, S. 931). Demgemäß unterscheiden Sie in Mehrdeutigkeitskompetenz (Komfort), Wunsch nach Ambiguität und Umgang mit Ambiguität. Ferner differenzieren die Autoren Arten von Ambiguität, die sowohl durch Menschen als auch durch durchzuführende Aufgaben bedingt sind. Allgemeinhin stellen Wiewiora and O'Connor (2022, S. 933) fest, dass Mehrdeutigkeiten die durch den Menschen verursacht werden, tendenziell schlechter bewältigt werden können, da diese auch von den psychologischen Einstellungen des jeweiligen Menschen abhängen.

2.3.3 Zwischenfazit

Im vorherigen Abschnitt wurden die Merkmale und potenziellen Unterschiede zwischen den Einflussfaktoren des Akronyms VUCA dargestellt, die Unternehmen maßgeblich beeinflussen. Ein exemplarisches Beispiel hierfür sind Situationen, in denen Kunden ihre Anforderungen ändern und gleichzeitig individualisierte, maßgeschneiderte Lösungen verlangen (vgl. Schuh et al., 2022, S. 371; Michalides et al., 2023b, S. 76).

Risiken und Auswirkungen des VUCA-Umfeldes

In Summe stellen VUCA-Bedingungen Management und Führung von Organisationen im Allgemeinen als auch von Produktentwicklungsprojekten im Speziellen zunehmend auf die Probe (vgl. Bennett and Lemoine, 2014, S. 312; Kumar Das and Ara, 2014, S. 6411; Schrof et al., 2020, S. 717).

Dargelegte Umweltbedingungen führen zum Beispiel dazu, dass Projekte reorganisiert werden müssen (vgl. Lévárdy and Browning, 2009, S. 604 ff.; Pendzik et al., 2023, S. 2166), dass Projekte verlangsamt oder eingestellt werden (vgl. Pearson, 1991, S. 18 ff.; Fey and Kock, 2022, S. 941), dass Projekte sukzessive kostenintensiver werden (vgl. Kapitel 1.1) oder dass Manager passiv agieren, was für die Organisation destruktiv sein kann (Mubarak et al., 2023, S. 8). Zusammenfassend birgt die fehlende Ausein-

andersetzung mit solchen Bedingungen also die Gefahr, dass Unternehmens- und Projektziele in den Dimensionen Umfang, Kosten und Zeit verfehlt werden (Stock et al., 2021, S. 2).

Beherrschung des VUCA-Umfeldes

Insofern erzeugt das beschriebene Umfeld zwangsläufig Wirkungen deren Umgang beherrscht werden muss. Dies führt dazu, dass Führungskräfte, Manager und Entwickler sich mit unvorhersehbaren und immer häufiger auftretenden Veränderungen auseinandersetzen müssen (Hongchai and Weber, 2023, S. 3).

Je nach Intensität der beschriebenen VUCA-Bedingungen gibt es verschiedene Möglichkeiten, mit diesen umzugehen.

ⓘ Eine weitere Möglichkeit ist z. B. die szenariogestützte Risikoquantifizierung

Ein im Projektmanagement genutzter Ansatz ist zum Beispiel die Planung von Pufferzeiten zur Berücksichtigung von Iterationsschleifen oder zur Würdigung anderer Verzögerungen. Grundsätzlich ist es legitim zu argumentieren, dass Puffer probate Mittel darstellen, um Störfaktoren aufzufangen beziehungsweise zu kompensieren. Dennoch beruhen herkömmliche Projektmanagementansätze darauf, dass adäquate Informationen und Anpassungsstrukturen vorliegen, womit Veränderungen als bereits antizipiert gelten, obgleich deren Eintritt eine formal stochastische Betrachtung darstellt (vgl. Pich et al., 2002, S. 1021). Insofern sind Puffer aus Sicht des Autors nur bedingt geeignet, insbesondere wenn Prozesse einer organisatorischen Trennung von initialem Problemraum und Lösungsraum unterliegen (vgl. Koppenhagen and Wecht, 2023, S. 71 f.). Bei Vorliegen einer solchen Trennung (z. B. VDI 2221) werden die Anforderungen zu Beginn eines Produktentwicklungsprojekts als fixiert betrachtet, was jedoch nicht der Realität der Entwicklung komplexer Systeme (z. B. Veränderlichkeit des Problems) entspricht.

ⓘ Fakten und Annahmen müssen unterschieden werden (vgl. VDI, 2021a, S. 27)

Obgleich diese gängige Praxis ihre Berechtigung hat, sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass Änderungen auch außerhalb dieser denkbaren Planungsgrößen liegen können. Zum Beispiel könnte fälschlicherweise angenommen worden sein, dass die explizit formulierte Anforderung des Kunden dessen tatsächlicher Vorstellung entsprach. Solche Fehlinterpretation können weitreichende Folgen für den Projekterfolg haben (Albers et al., 2019c, S. 838). Daher argumentieren Teece et al. (2016, S. 15), dass es grundsätzlich wichtiger sei, die richtigen Dinge zu tun,

als die Dinge richtig zu tun, womit inhärent auf die Auflösung solcher möglichen Diskrepanzen und Inkonsistenzen abgezielt wird, ohne jede Prozesseventualität berücksichtigen zu müssen.

Agilität als anerkannter und propagierter Lösungsansatz

Ein antizipativer Lösungsansatz zur Berücksichtigung solcher Diskrepanzen und Inkonsistenzen findet sich in der Agilität beziehungsweise der agilen Produktentwicklung wieder.
Wie Verma (2024, S. 267) formuliert, müssen Agilität und deren Ansätze sogar implementiert werden, um den heutigen Geschäftsumfeldern adäquat begegnen zu können. Dies liegt unter anderem daran, dass alte Modelle hinsichtlich ihrer Wettbewerbsfähigkeit in Frage gestellt werden müssen (vgl. Schmidt and Paetzold, 2016, S. 256; Jordaan, 2019, S. 61; Bergmann and Karwowski, 2019, S. 405 ff.), da diese Modelle fixierte Anforderungen und Informationsbestände inhärent voraussetzen und somit Handlungsräume einschränken. Diese explizierte Annahme steht im Widerspruch zur teils erlebten Realität von produktentwickelnden Unternehmen. Auf Basis dieses Wissens sollen im nachfolgenden Abschnitt die Grundlagen der Agilität, des agilen Projektmanagements und der agilen Produktentwicklung skizziert sowie das Scrum-Framework als wesentliches Untersuchungsobjekt dieser Arbeit erörtert werden.

2.4 Agilität

2.4.1 Verständnis von Agilität

In den letzten 30 Jahren hat sich Agilität als neues Konzept etabliert, um in dynamischen Umfeldern wettbewerbsfähig zu bleiben (vgl. Cho et al., 1996, S. 323; Zhang, 2011, S. 303; Fasnacht and Proba, 2024, S. 15). Daher trifft man heute bemerkenswert häufig auf den Begriff der Agilität, welcher in der Praxis mittlerweile nahezu als Schlagwort genutzt wird (Walter, 2021, S. 379). Es ist deshalb auch wenig überraschend, dass Agilität als das *„Geschäftsparadigma des 21. Jahrhunderts“* propagiert und beschrieben wird (Tseng and Lin, 2011, S. 3694).
Im Kontext dieses Unterkapitels wird zunächst ein grundlegendes Verständnis von Agilität vermittelt.

Eine initiale Definition von Agilität

Hierzu wird zunächst die im Rahmen der komplexen Literaturre-

cherche gefundene (siehe Abschnitt 4.2.2), erstmalig datierte Definition von Agilität präsentiert. Dort wird Agilität durch Brown and Agnew (1982, S. 29) *„als die Fähigkeit eines Unternehmens beschrieben, schnell auf sich (ver-)ändernde Umstände zu reagieren."* Agilität wird damit als eine Fähigkeit definiert, die inhärent die Anpassungsfähigkeit von Unternehmen adressiert, um beispielsweise Wettbewerbsvorteile in einem sich stetig wandelnden Umfeld zu erzielen (vgl. Highsmith, 2009, S. 13; Böhmer et al., 2015, S. 4). Das Konzept der Agilität wird daher häufig auch als Lösung oder gezielte Antwort auf Veränderungen beschrieben (vgl. Emmanuel Chibuike et al., 2024, S. 191 f.; Gren and Lenberg, 2020, S. 348; Schmidt and Paetzold, 2016, S. 256). Mit der Grundidee der Agilität entwickelten Praktiker sowohl Vorgehensweisen als auch Methoden, um höhere Änderungsraten zu akzeptieren, statt diese abzulehnen (Williams and Cockburn, 2003, S. 39).

Historische Wurzeln der Agilität

Obwohl Agilität vor allem im Kontext der Softwareentwicklung Bekanntheit erlangte, wurde bereits festgestellt, dass deren inhaltliche Aspekte unter anderem in der Entwicklung und Fertigung physischer Produkte verwurzelt sind (Atzberger, 2022, S. 33; Wendler, 2013, S. 1178). So existieren einerseits zum Beispiel Veröffentlichungen die sich bereits in den 1990er Jahren mit dem Konzept der agilen Fertigung auseinandersetzten und dabei sowohl Treiber als auch Voraussetzungen für dessen Nutzung herausarbeiteten (vgl. Kidd, 1994; Gunasekaran, 1998; Yusuf et al., 1999). Andererseits wurden bereits zuvor Themen wie die Stärkung der Autonomie von Projektteams als eines der agilen Charakteristika behandelt (vgl. Takeuchi and Nonaka, 1986, S. 139). Auch das häufig mit der agilen Softwareentwicklung assoziierte iterative und inkrementelle Vorgehen stellt keine Charakteristik dar, die ausschließlich dem Phänomen der Agilität oder einer spezifischen Domäne zugeschrieben werden kann (vgl. Larman and Basili, 2003, S. 47 f.).

Insofern lässt sich konstatieren, dass auch *„Agilität kein Konzept ist, das nur für die Softwareentwicklung gilt [...]"* (Conboy and Fitzgerald, 2004, S. 38), sondern ein Konzept, welches branchen- und disziplinübergreifend gedacht und integriert werden kann. Mittlerweile entwickeln sich daher der Begriff und das Konzept der

Agilität kontinuierlich weiter. So wird das Konzept der Agilität zum Beispiel auf andere organisatorische Prozesse (vgl. Brand et al., 2021, S. 159) oder gar Domänen (vgl. Wiencierz and Röttger, 2021, S. 1) übertragen und somit stetig erweitert.

Überblick der Definitionen aus den verschiedenen Dömänen

Daher sind etwaige Definitionen von Agilität heute in zahlreichen Domänen präsent (vgl. Goldman et al., 1995, S. 3; Dove, 1999, S. 19; Albers et al., 2019a, S. 10). Eine konsolidierte Übersicht der Definitionen, die allesamt unterschiedliche Schwerpunkte beinhalten und die für die Domäne typischen Sichtweisen integrieren, findet sich im Anhang A.3 wieder.

So bezieht sich Agilität im Bereich des Wissensmanagements auf das effektive Management und die entsprechende Anwendung jenes Wissens (Dove, 1999, S. 19). Im Kontext von Geschäftsprozessen ist Agilität wiederum die Fähigkeit, jene Prozesse zu modifizieren oder zu konfigurieren, um den potenziellen Bedürfnissen des Unternehmens Rechnung zu tragen (Raschke and David, 2005, S. 356). Im Kontext der Produktentwicklung wird Agilität zum Beispiel als eine Fähigkeit eines Operationssystems interpretiert, dessen Schwerpunkt darin besteht, die Gültigkeit von Projektplänen zu überprüfen und bei Bedarf entsprechende Anpassungen vorzunehmen (Albers et al., 2019a, S. 10).

Ebenso wie es zahlreiche unterschiedliche Begriffsdefinitionen gibt, finden sich ebenso viele Beiträge zur Konzeptualisierung von Agilität.

Aktuelle Forschung sowie Defizite hinsichtlich des Konzepts der Agilität

Trotz jahrelanger Untersuchungen des Konzepts der Agilität, bleiben Mehrdeutigkeiten, Interpretationsschwierigkeiten sowie eine unzureichend entwickelte Theorie eine bestehende Realität (vgl. Gren and Lenberg, 2020, S. 348; Baham and Hirschheim, 2021, S. 104 ff.; Christofi et al., 2021, S. 1).

Eines der Kernprobleme ist dabei, wie das Konzept der Agilität erklärt, operationalisiert, kontextspezifisch konfiguriert und angewendet werden kann (vgl. Salmela et al., 2022, S. 1084).

Bisher wurden unterschiedlichste theoretische Perspektiven herangezogen (vgl. Tallon et al., 2019, S. 221 f.; Pinho et al., 2022, S. 521 ff.), um verschiedene Facetten des Agilitätskonzeptes zu beleuchten, darunter zum Beispiel die Kontingenztheorie, der Dynamic Capabilities Ansatz oder die Komplexitätstheorie. Im

Kontext der Produktentwicklung wurden verschiedene Faktoren identifiziert (vgl. Albers et al., 2020, S. 606 ff.; Patil and Suresh, 2023, S. 2320 f.), die berücksichtigt werden sollten (z. B. gemeinsame Metamodelle für die Prozessgestaltung), um den gewünschten Grad an Agilität zu erreichen.
In der Regel werden daher also konditionelle Bedingungen untersucht, die eine unterstützende Wirkung auf das Maß an Agilität entfalten können. Ein solche Bedingung könnte beispielsweise eine geeignete Fehlerkultur, Methode oder Strategie sein. Obwohl jene Bedingungen als wichtig erachtet werden, bleibt deren konkrete Konfiguration bislang wenig erforscht. Gleiches gilt für die Explizierung der konstituierenden agilen Elemente.
Wie skizziert, spiegeln sich sowohl in den Definitionen der Tabelle A.3 als auch in der Forschung selbst unterschiedliche Perspektiven der jeweiligen Disziplinen wider. Dies bietet Potenzial zur Verbesserung, da sich die domänenspezifischen Ergebnisse phänomenologisch unterschiedlich ausprägen und deshalb oft weder allgemeingültig noch unkompliziert übertragbar sind. Dies wird insbesondere dann deutlich, wenn die aus der Softwareentwicklung entwickelten Methoden auf andere Domänen übertragen werden sollen (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 16; Atzberger et al., 2020a, S. 14 f.). Wie die referenzierten Studien belegen, lassen sich die agilen Methoden der Softwareentwicklung nicht ohne zusätzlichen Aufwand auf den Kontext der Entwicklung physischer Produkte übertragen.

Forschungsdefizit

Dies liegt unter anderem daran, dass *„die zentralen Werte, Grundsätze und Praktiken der agilen Entwicklung hauptsächlich aus Erfahrungen der Vergangenheit abgeleitet wurden, und ihre Wirksamkeit in erster Linie durch empirische Belege und theoretische Argumente gestützt wird […]“* (Lee and Xia, 2010, S. 88), und nach wie vor unklar ist, wie Agilität theoretisch konzipiert und verstanden werden kann (vgl. Baham and Hirschheim, 2021, S. 106; Pinho et al., 2022, S. 517). Daher weisen Forscherkollegen wiederholt darauf hin, dass theoretische Perspektiven vernachlässigt wurden und weiterer Forschungsbedarf besteht, um die Theorie zu ergänzen respektive zu erweitern (vgl. Christofi et al., 2021, S. 1; Meier and Kock, 2022, S. 3476; Conforto et al., 2016, S. 660).

Obwohl die domänenspezifische Forschung zweifellos dominiert, besitzen interdisziplinäre Ansätze das Potenzial, wertvolle Beiträge zur Erweiterung des Agilitätskonzepts zu leisten. So können mögliche Synergieeffekte zwischen den einzelnen Domänen aufgedeckt oder unterschiedlich konzipierte Objekte miteinander verbunden werden, sodass Missinterpretationen des Agilitätskonzepts wie durch Ozkan and Gok (2022, S. 26), Atzberger (2022, S. 78) und Gligor et al. (2013, S. 94) skizziert, reduziert werden können. Eine interdisziplinäre und somit allgemein zugänglichere Theorie bietet die Möglichkeit, die grundlegenden und konstituierenden Elemente je nach Kontext und Zweck zu konfigurieren sowie bereits angepasste Lösungen zu optimieren. Die bedarfsgerechte Konfiguration und Adaption bleiben für die Entwicklung physischer Produkte eine Herausforderung, weshalb entsprechende Erfolge ausbleiben (vgl. Müller et al., 2024, S. 153; Rößler and Gericke, 2022, S. 263). Um die Problematik der domänenübergreifenden Adaption agiler Methoden (Methoden als ein Beispiel) anschaulich darzustellen, wird das Denkmodell in Abbildung 2.21 gezeigt und erklärt.

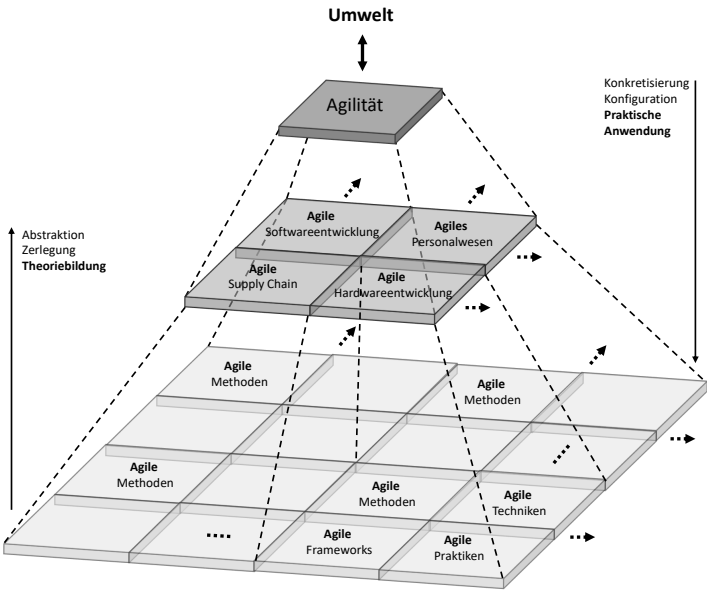


Abbildung 2.21
Vereinfachtes Denkmodell zur Anreicherung oder Präzisierung des Agilitätskonzepts, um kontext- und situationsspezifische Anpassungen zu unterstützen. Die gestrichelten Pfeile stellen nicht visualisierte Erweiterungen dar.

Wie in Abbildung 2.21 illustriert, manifestieren sich die jeweiligen agilen Methoden und Frameworks der exemplarisch gezeigten Domänen auf der untersten Ebene der Pyramide. Damit werden die kontextspezifischen Randbedingungen der jeweiligen Domäne bereits berücksichtigt, da sich Agilität und die daraus abgeleiteten Methoden phänomenologisch unterschiedlich ausprägen. Ein Beispiel der unterschiedlichen Ausprägung von agilen Methoden und Frameworks ist Scrum, bei dem das ursprünglich aus der Softwareentwicklung stammende Framework auf die Mechatronikentwicklung angepasst wird (vgl. Atzberger et al., 2020a, S. 14 f.; Nicklas et al., 2021, S. 16; Michalides et al., 2024, S. 308 f.). Solche Anpassungen erfolgen häufig auf Grundlage von Erfahrungswerten, experimentellen Ansätzen oder durch externes Consulting. In Abbildung 2.21 entspräche dies der Anpassung auf lateraler Ebene. So könnte zum Beispiel die agile Methode A aus der Softwareentwicklung an die spezifischen Anforderungen der Hardwareentwicklung angepasst und als Methode A* angewandt werden. Eine weitere Möglichkeit der Anpassung besteht darin, die Elemente und Wirkmechanismen des Agilitätskonstrukts zu analysieren und darauf aufbauend bedarfsgerechte Konfigurationen zu entwickeln. Damit müssten jedoch agile Methoden zerlegt, abstrahiert und mittels Entitäten theoretisiert werden, wie in Abbildung 2.21 durch den aufwärtsgerichteten Pfeil dargestellt.

Aus der Perspektive des Autors dieser Arbeit erscheint dies ein nachhaltigerer Ansatz. Hierfür ist jedoch eine Untersuchung grundlegender Elemente erforderlich, die über eine bloße Klassifizierung agiler Produktentwicklung hinausgeht (siehe z. B. Atzberger et al., 2020b, S. 469). Daher ist die Untersuchung des Agilitätskonzeptes mittels einer systemtheoretischen Perspektive zweckmäßig, wie bereits in Kapitel 1 skizziert und im Forschungsansatz in Kapitel 4 ebenso formuliert.

Trotz des aufgezeigten Forschungsdefizits wird Agilität als ein Ansatz betrachtet, der insbesondere die beteiligten Individuen in den Fokus rückt. Daher wird Agilität über normative Werte und Prinzipien fundiert. Die Werte und Prinzipien sollen im nachfolgenden Abschnitt vorgestellt werden.

Agile Werte und Prinzipien

Ein wesentliches Fundament, auf dem das Konzept der Agilität basiert, ist das *„Manifest für Agile Softwareentwicklung"* (Beck et al., 2001). Das Manifest für Agile Softwareentwicklung wurde durch 17 Autoren verfasst und publiziert. Das Manifest gilt hierbei als eine Alternative zu den dokumentationsgesteuerten und sogenannten *„schwergewichtigen"* Softwareentwicklungsprozessen. Wie in Williams and Cockburn (2003, S. 39) dokumentiert, empfanden Forscher als auch Praktiker insbesondere den ersten Schritt der Anforderungsdokumentation als frustrierend und übergewichtet. Da sich Umfeld und Randbedingungen während des Projekts ständig änderten, veralteten sowohl die Anforderungen als auch die Projektpläne innerhalb kürzester Zeit, sodass der Aufwand der Dokumentation nicht im Verhältnis zum Nutzen stand. Mit dem Manifest wollten die Autoren genau jenem beschriebenen Zustand Rechnung tragen.
Wie Schmidt (2019, S. 22) schildert, kann das Manifest daher als fundamentale Philosophie verstanden werden, die vier Werte und zwölf axiomatische Prinzipien umfasst.

Die Werte des Manifests für Agile Softwareentwicklung

Die durch Beck et al. (2001) publizierten Werte weisen eine inhärente Gewichtung zwischen den verschiedenen Werten auf, wie nachfolgend aufgezählt:

(1) Individuen und Interaktionen mehr als [oder wichtiger als] Prozesse und Werkzeuge
(2) Funktionierende Software [Hardware] mehr als [oder wichtiger als] umfassende Dokumentation
(3) Zusammenarbeit mit dem Kunden mehr als [oder wichtiger als] Vertragsverhandlung
(4) Reagieren auf Veränderung mehr als [oder wichtiger als] das Befolgen eines Plans

Prinzipien des Manifests

In Voraussetzung dieser Werte werden in Beck et al. (2001) die darauf basierenden axiomatischen Prinzipien formuliert. Die dokumentierten Prinzipien seien in Tabelle 2.1 vorgestellt. Wie in Tabelle2.1 ersichtlich unterscheiden sich die Prinzipien in der Art und Weise der Formulierung.

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

Tabelle 2.1
Prinzipien hinter dem Agilen Manifest für Agile Softwareentwicklung nach Beck et al. (2001); Ergänzung des Begriffs [Hardware] durch Autor

Wohingegen das erste Prinzip (siehe Tabelle 2.1) eine subjektive Empfindung der Autorenschaft ist, ist das elfte Prinzip eine nicht empirisch belegte Behauptung.
Daher ist es wichtig zu verstehen, dass *„die gezeigten Werte und Prinzipien zwar Leitcharakter haben, diese aber - und das ist entscheidend - im und für den Kontext von Software entwickelt worden sind,*

weshalb für andere Kontexte Einschränkungen gelten" müssen (Atzberger, 2022, S. 28).

Exemplarische Kritik eines formulierten Prinzips des Manifests sowie an dessen pauschalisierter Akzeptanz

Insbesondere das elfte Prinzip der Selbstorganisation erweist sich aus Sicht des Autors als eine Ultima Ratio, deren Hypothese aus einer Führungsperspektive nur bedingt plausibel erscheint, da Führung stets kontextbezogen antizipiert werden muss, weil diese in Wechselwirkung mit dem Umfeld steht. Daher erscheint die Essenzialisierung kritikwürdig, da zentrale Aspekte des Kontextes und der Randbedingungen unberücksichtigt bleiben.

Unabhängig davon bleibt zunächst jedoch als Ausgangspunkt festzuhalten, dass einer der Hauptgründe für die Bekanntheit des Manifests die deklarative Darlegung der vier Werte und zwölf Prinzipien ist (Highsmith, 2009, S. 14). Das Gros der Teilnehmer verpflichtete sich nicht nur diesem Leitgedanken, sondern gründete im Zuge dessen die gemeinnützige Organisation der Agile Alliance (Highsmith, 2009, S. 15), deren Ziel es ist, den Geist des agilen Manifests zu transportieren und fortwährend zu gestalten. Im nachfolgenden Unterkapitel werden die Themengebiete vorgestellt, die auf den Werten und Prinzipien basieren und sich aus dem übergeordneten Konzept der Agilität ableiten lassen.

2.4.2 Agiles Projektmanagement

In diesem Unterkapitel werden die Grundlagen des agilen Projektmanagements erörtert. Es sei nochmals angemerkt, dass jeder Ansatz des Projektmanagements zugleich auch ein Ansatz für die Organisation von Produktentwicklungen ist. Ferner sei an dieser Stelle nochmals auf die bereits geschilderte Dualität von Management und Führung (vgl. Abbildung 2.3) verwiesen. Demzufolge wird in den nachfolgenden Abschnitten auch das Themenfeld der agilen Führung adressiert.

Definitionen des agilen Projektmanagements

Kontemporär sind zwei Definitionen des agilen Projektmanagements existent, die jedoch die mannigfaltig vorhandenen Definitionen der Agilität (siehe Anhang A.3) nur bedingt flektieren. Gemäß Augustine 2005 zitiert nach Shastri et al. (2017, S. 46), ist das agile Projektmanagement definiert als *„die Arbeit, die darin besteht, Projektteams zu motivieren, zu befähigen und in die Lage zu versetzen, schnell und zuverlässig einen geschäftlichen Mehrwert zu lie-*

fern, indem sie die Kunden einbeziehen und kontinuierlich lernen und sich an ihre sich ändernden Bedürfnisse und Umgebungen anpassen.“
Nach Dong et al. (2024, S. 11) ist das agile Projektmanagement *„ein flexibler Ansatz, der die Ermittlung des Ziels und die Durchführung des Projekts umfasst. Es verkörpert die organisatorische Fähigkeit, sich an auftretende Veränderungen anzupassen.“*
Damit werden die Definitionen von den möglichen Projektarten (z. B. Produktentwicklungsprojekte) abstrahiert und das agile Projektmanagement als eigenständiger Ansatz fundiert. Wie Bergmann and Karwowski (2019, S. 407) erläutern, haben sich die Vorgehensweisen des agilen Projektmanagements zwar insbesondere in der Softwareentwicklung etabliert, werden jedoch seit mehreren Jahren über diese Domäne hinaus adaptiert (vgl. Dong et al., 2024, S. 1; Schrof, 2023, S. III; Meier, 2022, S. I; Atzberger, 2022, S. IX; Schmidt, 2019, S. VI) und somit zugänglicher. Wie Dong et al. (2024, S. 6) konstatieren, ist die Anwendung des agilen Projektmanagements auf die damit assoziierten Erfolgsperspektiven von Projekten (z. B. kürzere Lieferzeiten, verbesserte Reaktionsfähigkeit) zurückzuführen. Dies im Kontext von teils nebulösen und dynamischen Ausgangssituationen, denen sich kontemporäre Projekte ausgeliefert sehen.

Generative Grundlogik agil gemanagter Projekte

Daher bildet die generative Grundlogik agiler Projekte eines der Kernkonzepte des agilen Projektmanagements (Highsmith, 2009, S. 41). Demgemäß zeichnet sich diese Grundlogik durch eine Distanzierung von stark präskriptiven Vorgehensmodellen des herkömmlichen Projektmanagements aus, wodurch der Notwendigkeit von Adaptivität stärker Rechnung getragen wird.
Wie Oestereich (2008, S. 19) darlegt, basiert jenes agile Vorgehen auf einer Logik, die einen schrittweisen, iterativen und inkrementellen Ansatz zur Erreichung der Projektziele beinhaltet. Gemäß Oestereich (2008, S. 19) *„werden [also] verschiedene Annahmen getroffen, die wahrscheinlich nur in Teilen zutreffend sein werden. Auf Basis dieser Annahmen wird das Projekt geplant, es wird ein Ziel angepeilt und dieses dann verfolgt.“*
Demgemäß wird unter bereits determinierten VUCA-Bedingungen anerkannt und akzeptiert, dass eine vollständige Beschreibung des zu erzeugenden Liefergegenstandes (Zielsystem) nicht

möglich ist, wobei die Gründe hierfür mannigfaltig sein können. Diese erläuterte Grundlogik ist in Abbildung 2.22 illustriert.

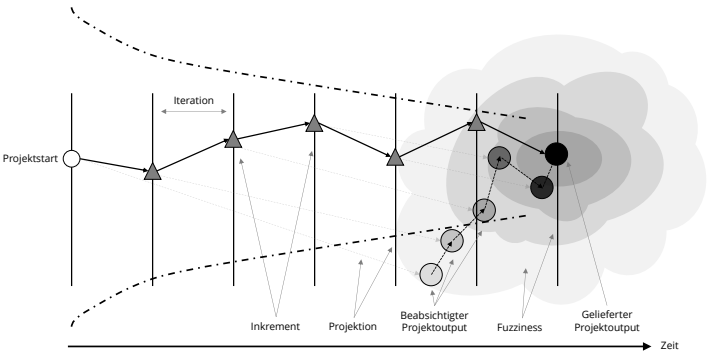


Abbildung 2.22
Visualisierung der Iterations-Wolken-Metapher zur Darstellung agil gemanagter Projekte in Anlehnung an Oestereich (2008, S. 20)

ⓘ Timeboxing: Fixierung des Projektparameters Zeit

ⓘ Inkrementelle Lieferung dient der konstanten und kontinuierlichen Lieferung von Erzeugnissen oder Ergebnissen

Wie in Abbildung 2.22 ersichtlich, wird das gesamte Projekt mittels zeitlich fixierten Iterationen (Timeboxing) umgesetzt. Durch die iterative und inkrementelle Vorgehensweise werden sukzessive objektiv messbare Teilergebnisse erzeugt, wodurch das Zielbild weiter geschärft werden kann. Diese Schärfung des Zielbildes entspricht der Reduktion epistemischer Unsicherheiten (vgl. Abbildung 2.19). Im Umkehrschluss werden Unschärfen (*Fuzziness*) sukzessive mitigiert. Im Verlauf eines agil gemanagten Projekts werden Teilergebnisse (z. B. Inkremente) mehrfach getestet und validiert, um letztlich eine für das Projekt optimale Lösung zu erzielen und damit den dynamischen Randbedingungen Rechnung zu tragen. In Summe *„ermöglichen es die Werte und Techniken des agilen Projektmanagements den Projektteams in kleineren Schritten zu arbeiten, ihre Arbeit häufig zu überprüfen und sofortiges Feedback zu geben, um kostspielige Fehler zu vermeiden […]“* (Mergel et al., 2021, S. 161). Die Ansätze und Konzepte des agilen Projektmanagements zielen also darauf ab, die Fähigkeiten von Organisationseinheiten zu verbessern, um mit entsprechend explizierten dynamischen Umgebungen (Umfeld) umzugehen (vgl. Emmanuel Chibuike et al., 2024, S. 193; Collins, 2021, S. 545; Theobald et al., 2020, S. 32; Wiesche, 2021, S. 210).

Kategorialer Vergleich von agilem und „traditionellem“ Projektmanagement

Daher werden auch die agilen von den tradtionellen Vorgehensweisen abgegrenzt (vgl. Ciric Lalic et al., 2022, S. 498; Schmidt, 2019, S. 18; Rößler and Gericke, 2022, S. 265 ff.; Dong et al., 2024,

S. 10). In den genannten Quellen werden die beiden Ansätze anhand von Parametern kategorisiert. Diese Kategorisierung sei in Tabelle 2.2 in Anlehnung an Ciric Lalic et al. (2022, S. 498) anhand exemplarischer Parameter gezeigt.

Tabelle 2.2
Kategorialer Vergleich zwischen agilem und „traditionellem" Projektmanagement nach Ciric Lalic et al. (2022, S. 498); Die Listung der Parameter ist nicht vollständig.

Parameter	Traditionell	Agil
Geltungsbereich	Früh bekannt und weitgehend stabil; für aktuelle Anforderungen konzipiert	Weitgehend emergent sowie schneller Wandel; konzipiert für aktuelle und vorhersehbare Anforderungen
Projektplan	Linear	Iterativ
Zusammenarbeit der Teams	Planorientiert und weniger kollaborierend	Kollaborierende und agile Zusammenarbeit
Standort der Projektteams	Verteilt aufgrund unterschiedlicher physischer Standorte	Kollokation; alle befinden sich am selben Ort
Organisation des Teams	Strikte Trennung der Rollen; Zugang zu externem Wissen; vorstrukturierte Teams; Verteilung auf verschiedene Projekte	Selbstorganisierte und funktionsübergreifende Teams, die sich zu 100% dem Projekt widmen
Führungsstil	Command and Control	Leadership and Collaboration
Kommunikation	Formell	Informell
Teamgrößen	Große Teams	Kleinere Teams
Grundlegende Annahme	Die Systeme sind vollständig spezifizierbar, vorhersehbar und werden durch sorgfältige und umfassende Planung erstellt	Kontinuierliche Designverbesserung und Tests auf der Grundlage von schnellem Feedback und Änderungen
Anforderungen	Klare definierte und anfänglich vorhandene Anforderungen; geringe Änderungsrate erwartet	Kreativ, innovativ; Anforderungen unklar; Änderungen werden erwartet
Priorisierung	Manager verhandelt; Lieferung auf Basis des Umfangs	Priorisierung der Kunden; Lieferung nach Zeitplan
Organisationsform und Organisationsstrukturen	Mechanistisch (bürokratisch mit hoher Formalisierung und starren Verfahren)	Organisch (flexibel und partizipativ, kooperatives soziales Handeln fördernd, anpassungsfähige Verfahren)
Management von Wissen	Explizit	Implizit

Kritik des Autors der vorliegenden Arbeit

Wie in Tabelle 2.2 dargestellt führen solche Kategorisierungen zu strikten aber gewollten Abgrenzungen zwischen den zu betrachtenden Ansätzen. Dies kann aus Perspektive des Autors problematisch sein. Es besteht zum Beispiel das Risiko, dass sich Fehlinterpretationen manifestieren oder dass kategorische Elemente fälschlicherweise nur einer Kategorie zugeordnet werden. Exemplarisch sei auf die Parameter der Kommunikation und der Führungsstile verwiesen. Obwohl im Kontext des „traditionellen" Projektmanagements der Fokus auf der Nachvollziehbarkeit von Informationsständen und Kommunikationswegen liegt, findet in solchen Projekten ebenso informelle Kommunikation statt. Im Gegensatz dazu existieren in agilen Projekten ebenfalls formelle Kommunikationswege, auch wenn diese gemäß Ciric Lalic et al. (2022, S. 498) weniger stark gewichtet werden. Ein anderes Beispiel ist die Interpretation der Begrifflichkeit von *Command and Control*, welche konträr zur Darstellung innerhalb der Tabelle 2.2 als Führung (Kontext: Militär) übersetzt werden kann. Häufig wird mit der Begrifflichkeit jedoch ein spezieller Stereotyp militärischer Führung adressiert, was jedoch nicht jeder Realität militärischer Praxis entspricht, siehe Kapitel 3. Folglich können solche tabellarischen Auflistungen, wie in Tabelle 2.2 gezeigt, zu einer mangelnden Differenzierung von Parametern führen.

Führung im Kontext agilen Projektmanagements

Fortfolgend soll im Geiste dessen das Konzept der agilen Führung näher beleuchtet werden. Wie bereits in Abschnitt 2.1 angedeutet geht es bei Führung um eine Einflussnahme auf Menschen, um designierte Ziele zu erreichen. Auf diesem vereinbarten Verständnis des Ziels baut Führung also auf, sodass zum Beispiel Aufgaben oder Aktivitäten an Teammitglieder mit entsprechenden Kompetenzen delegiert werden (vgl. Huemann and Turner, 2024, S. 368). Demgemäß werden durch Teams unbefriedigende Ausgangszustände in gewünschte Zielzustände transformiert. Obgleich das Interesse zur agilen Führungsforschung steigt (vgl. Porkodi, 2024, S. 119 f.; Jordaan, 2019, S. 61; Michalides et al., 2023a, S. 1194; Aftab et al., 2022, S. 2 ff.), herrscht bislang noch keine Einigkeit darüber, was konkret unter agiler Führung verstanden werden kann oder was nicht (Spiegler, 2021, S. 90).

Daher soll unter agiler Führung eine zweck- und zielgerichtete Einflussnahme auf das Verhalten von Menschen verstanden werden, die dem zugrundeliegenden Konzept der Agilität folgt. Damit wird die Verhaltensregulation zur Erreichung designierter Ziele fokussiert, ohne zu konkretisieren durch wen oder was und in welcher Form Einfluss ausgeübt wird.

Eine initiale Definition durch den Autor der vorliegenden Arbeit

Diese zunächst zufällig erscheinende Definition wird im Kontext der Ergebnisse im Kapitel 5 sowie im Rahmen der Diskussion, siehe Kapitel 6, erneut aufgegriffen.

Eine charakteristische Besonderheit, die sowohl der agilen Entwicklung, dem agilen Projektmanagement als auch der agilen Führung zugeschrieben wird, ist die Betonung von Selbstorganisation und die Förderung von Autonomie. In diesem Zusammenhang fallen oft Schlagwörter wie die des Empowerments (vgl. Kahl et al., 2023, S. 527; Dong et al., 2024, S. 10; Malik et al., 2021, S. 10 ff.) oder das der flachen Hierarchien (vgl. Meier and Kock, 2022, S. 3476; Müller et al., 2024, S. 157). So schildern Hoda et al. (2013, S. 424) beispielsweise, dass *„agile Teams als demokratische Teams gedacht sind, in denen alle Mitglieder als gleichrangige Kollegen betrachtet werden, ohne dass es in der Praxis eine strenge Hierarchie gibt."* Wie Huemann and Turner (2024, S. 370) anfügen, führt das heutige durch Dynamiken geprägte Umfeld dazu, dass hierarchische Führungsstile abgelehnt werden.

Charakteristische Besonderheiten agiler Führung

In agilen Teams wird folglich eine alternative Form der Führung praktiziert, die derzeit den Forschungsdiskurs prägt (vgl. Rialti and Filieri, 2024; Hofman et al., 2023; Silva-Martinez, 2023; Gutierrez et al., 2022; Spiegler et al., 2021; Joiner, 2019). Dies liegt unter anderem daran, dass Veränderungen nicht nur als ein einmaliges Ereignis betrachtet werden können, dem Organisationen von Zeit zu Zeit begegnen müssen und für das sie einmalig planen könnten (Pearse, 2017, S. 99 f.; Millar et al., 2018, S. 11), sondern dass Veränderungen kontinuierlich auf allen Ebenen begegnet werden muss. Veränderungen im Umfeld der Organisation führen also zwangsläufig auch zu Verhaltensanpassungen der innerhalb der Organisation arbeitenden Menschen. Darüber hinaus scheint Führung und Management durch neuere Generationen anders wahrgenommen zu werden,

sodass Führungsmodi wie die der Selbstorganisation in den Fokus rücken.

Abgrenzung: Autonomie, Selbstmanagement und Selbstorganisation

Nachfolgend sollen die Begriffe der Autonomie, des Selbstmanagements und der Selbstorganisation erörtert und voneinander abgegrenzt werden. Diese Begriffe implizieren meist ein unterschiedliches Maß an Freiheit und sind meist in irgendeiner Art und Weise in agilen Methoden oder Ansätzen verankert. Obwohl agile Teams unterschiedliche Grade an Freiheit aufweisen (Hoda and Murugesan, 2016, S. 245), werden die Begriffe in der Literatur dennoch häufig als Synonyme verwendet (vgl. Moe et al., 2019, S. 6997; Acharya and Colomo-Palacios, 2019, S. 146). Eine Differenzierung ist jedoch wichtig, um den Interpretationsspielraum hinsichtlich einzelner Führungsmodi zu reduzieren (vgl. Hackman et al., 1986, S. 92). Dies liegt darin begründet, dass je nach Modus entsprechende Eingriffe in die verschiedenen Aktivitäten von Führungsprozessen vorgenommen oder Einflüsse anderweitig geltend gemacht werden können. Unter „Einfluss" soll im Kontext dieser Dissertation diejenige Fähigkeit verstanden werden, das Verhalten anderer Personen zu verändern (vgl. DuBrin, 2012, S. 241). Folglich kann zum Beispiel die Ausübung von *Macht* eine von vielen Möglichkeiten sein, um Einfluss auf das Verhalten von Menschen geltend zu machen.

Selbstmanagement

Unter Selbstmanagement wird in Anlehnung an Gutierrez et al. (2022, S. 19233) das einer Gruppe von Menschen zugeschriebene Recht zur Selbstverwaltung verstanden, wobei diese Gruppe innerhalb definierter Grenzen für die geleistete Arbeit zuständig und verantwortlich ist. In ähnlicher Art und Weise definieren Guzzo and Dickson 1996 zitiert nach Moe et al. (2019, S. 6997) selbstmanagende Teams als *„Mitarbeiter, die typischerweise stark verwandte oder voneinander abhängige Tätigkeiten ausüben, die als soziale Einheit in einer Organisation identifiziert und identifizierbar sind und denen erhebliche Befugnisse und Verantwortung für viele Aspekte ihrer Arbeit übertragen werden, wie z. B. Planung, Zeitplanung und Zuweisung von Aufgaben an die Mitglieder sowie das Treffen von Entscheidungen mit wirtschaftlichen Folgen."*

Selbstorganisation

Im Kontrast dazu bedeutet Selbstorganisation nach Fricke and Lohse (1997, S. 39) *„[...], daß eine Einheit über die Methoden des ope-*

rativen Prozesses frei entscheiden kann, denn nur die Mitarbeiter einer Einheit können auf Grund ihrer individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse entscheiden, wie der Prozeß optimal gestaltet werden kann."

Autonomie

Autonomie hingegen beschreibt in Anlehnung an Chen et al. (2015, S. 86) die Freiheit von Organisationseinheiten, Entscheidungen selbstständig zu treffen und die für sie relevanten Sachverhalte eigenständig zu regeln.

ⓘ Die Verlagerung von Entscheidungen ist ein Merkmal agiler Führung

Eine Gemeinsamkeit dieser Begriffe ist, dass Führungsaufgaben auf diejenigen Personen übertragen werden sollen, die die tatsächliche Arbeit verrichten. Dies ist mutmaßlich auch der Grund, warum diese Termini mitunter als Synonyme verwendet werden. Nichtsdestotrotz sind nuancierte Unterschiede zwischen den definitorischen Ausführungen vorhanden. Daher soll auf einen signifikanten Unterschied aufmerksam gemacht werden, der insbesondere im Kontext von Führungsprozessen (vgl. Abbildung 3.4) immanent wichtig ist - nämlich ob Teammitglieder beispielsweise Ziele verändern dürfen, Entscheidungen hinsichtlich dieser treffen dürfen oder auf Basis der hinsichtlich der Ziele getroffenen Entscheidungen Prozesse frei planen dürfen. All diese Aspekte adressieren unterschiedliche Zeitpunkte innerhalb von Führungsprozessen, an die üblicherweise auch die Verantwortlichkeit für den jeweiligen Teilprozess gekoppelt ist. Damit geht wiederum der Rollenschnitt innerhalb von Teams einher, in dem in Abhängigkeit der Rolle Verantwortlichkeiten definiert und zugeschrieben werden. Solche Verantwortlichkeiten müssen außerhalb oder innerhalb von agilen Teams festgelegt, verhandelt oder ausdiskutiert werden.

Aktuelle Forschung

In Summe rücken im Kontext der agilen Projektführung und des agilen Projektmanagements zunehmend Themen wie positiv korrelierte Faktoren (z. B. Engagement der Projektmitarbeiter) sowie der Einfluss von Führungsmodi auf die Agilität in den Fokus (vgl. Shah et al., 2022; Hofman et al., 2023; Meier and Kock, 2023). So wurde zum Beispiel ein positiver Einfluss von Agilität auf das Engagement und die Motivation von Projektmitgliedern festgestellt (vgl. Gustavsson, 2016, S. 118 ff.; Meier and Kock, 2023, S. 3 ff.). Zusätzlich wurde nachgewiesen, dass mit steigendem Grad an agilen Projektmanagement auch die emo-

tionale Erschöpfung von Projektmitgliedern sank (vgl. Augner and Schermuly, 2023, S. 9 ff.). Weitere positive Nutzenperspektiven und Wirkungen sind ebenfalls empirisch belegt (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 12; Shah et al., 2022, S. 859 ff.; Ciric Lalic et al., 2022, S. 505 ff.; Aftab et al., 2022, S. 8; Malik et al., 2021, S. 15 ff.). Obwohl agiles Projektmanagement in Bezug auf den Projekterfolg „traditionelles" Projektmanagement zu übertreffen scheint (vgl. Gemino et al., 2021, S. 168 f.), wurden Prämissen (abseits der Notwendigkeit anpassungsfähgier Prozesse), anderweitige Folgen oder gar negative Aspekte bislang weniger erforscht. So werden hierarchisch organisierte Unternehmen manchmal gar negativ dargestellt, während Differenzierungen zwischen Kontext, Struktur und Führung nur unzureichend herausgearbeitet werden. So wird zum Beispiel von Shafiee Kristensen et al. (2021, S. 2353) konstatiert, dass *„ein wichtiger Bestandteil der Gestaltung von Agilität die Abkehr von hierarchischen Organisationsstrukturen ist […]"*, was aus der Sicht des Autors dieser Arbeit einerseits verkennt, dass der jahrelange und dominante Erfolg von hierarchisch strukturierten Organisationen gerade auf die Arbeitsteilung in jener Form zurückzuführen ist, andererseits jedoch scheinbar Führungsmechanismen und Struktur miteinander vermischt werden. Aus diesem Grund wählte der Autor dieser Arbeit bewusst eine militärische Führungsperspektive, um bestimmte Aspekte der Agilität und der Scrum-Anwendung in der Entwicklung physischer Produkte zu analysieren und gleichzeitig zuvor kritisierte Punkte systematisch zu untersuchen.
Im Nachfolgenden soll das Themengebiet der agilen Produktentwicklung behandelt werden, um den Themenbereich der vorliegenden Arbeit weiter einzugrenzen und zu fokussieren.

2.4.3 Agile Produktentwicklung

Wie bereits umrissen, gilt Agilität und damit auch die agile Produktentwicklung, als eine Antwort, um die Unzulänglichkeiten plangetriebener Prozesse zu kompensieren (vgl. Ays, 2022, S. 32). Insofern gewinnt die Anwendung agiler Management- und Entwicklungsprozesse auch in der produzierenden Industrie zunehmend an Popularität und somit an Bedeutung (Schuh et al.,

2022, S. 371; Wynn and Clarkson, 2024, S. 229). Wie bereits in der Einleitung dargelegt, liegt der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Entwicklung physischer Produkte. Daher werden in diesem Kapitel insbesondere die Vorarbeiten der Hardwareentwicklung adressiert, auch wenn die agile Produktentwicklung als Ansatz in der Softwaredomäne lancierte (Kuhn et al., 2019, S. 654).

Verweis auf weiterführende Literatur zur agilen Softwareentwicklung

Vor diesem Hintergrund wurde bewusst auf ein eigenes Unterkapitel zur agilen Softwareentwicklung verzichtet, wobei relevante agilen Methoden dennoch im Abschnitt 2.4.4 Berücksichtigung finden sollen. Für aktuelle Forschungstrends der agilen Softwareentwicklung oder als initialer Ausgangspunkt zur weiteren Vertiefung sei ferner auf die Veröffentlichungen von Fissalma et al. (2025), Palopak et al. (2023), Edison et al. (2022), Baham and Hirschheim (2021) und Alsaqqa et al. (2020) verwiesen.

Wie auch in den anderen Domänen basiert die agile Mechatronikentwicklung auf einer iterativen und inkrementellen Vorgehensweise bei der sich *„der gesamte Lebenszyklus [Produktentwicklungsprozess] aus mehreren aufeinanderfolgenden Iterationen zusammensetzt [und] jede Iteration ein in sich geschlossenes Miniprojekt ist, das aus [verschiedensten] Aktivitäten besteht“* (Larman, 2004, S. 9 f.). Trotz der zahlreichen Herausforderungen bei der Anpassung des agilen Paradigmas an die spezifischen Bedürfnisse der Hardwareentwicklung existieren mittlerweile mannigfaltige Ansätze zur Implementierung jenes Paradigmas. Im nachfolgenden sollen die relevanten und pluralistischen Vorarbeiten im Kontext der agilen Produktentwicklung kurz umrissen und damit auch gewürdigt werden.

Dabei werden insbesondere Verbindungen zum Scrum-Framework aufgezeigt, das zentraler Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist und im Kapitel 2.4.4 erläutert wird.

Agile Systems Engineering nach Stelzmann (2011)

Die von Stelzmann (2011) publizierte Methodik zum besseren Umgang mit Veränderungen bei der Entwicklung komplexer Systeme adressiert das Phänomen der Agilität im Kontext des Systems Engineering. Auf Basis der Analyse bestehender Methoden der agilen Softwareentwicklung und empirischer Ergebnisse leitet Stelzmann (2011, S. 112 ff.) Voraussetzungen und Bedarf des Agile Systems Engineering ab. Dabei geht er zum Bei-

spiel auf Kontextfaktoren wie Preisgestaltung, Art des Systems oder Kritikalität ein (vgl. Stelzmann, 2011, S. 121). Auf Basis dieser Ergebnisse stellt Stelzmann (2011, S. 134 ff.) sein Verständnis von Agilität und dessen Teilfunktionen über die Ziel-Mittel-Hierarchie dar. Die Grundaussage dessen ist, dass mehrere Eingriffsmöglichkeiten zur Steigerung der Agilität existieren. Dabei unterscheidet er die Eingriffsbereiche Kunde, Organisation, Mitarbeiter, Entwicklungsprozess und System (Stelzmann, 2011, S. 144). Auf Basis dieser Eingriffsbereiche wird eine Auswahlmatrix für Prinzipien und Praktiken des Agile Systems Engineering vorgeschlagen. Unter Berücksichtigung dieser Bereiche sowie des Bedarfs an Agilität wird die konkrete Auswahl von Prinzipien und Praktiken situationsspezifisch vorgenommen. Inspiriert durch Scrum (vgl. Stelzmann, 2011, S. 128) und weiterer Praktiken, leitet er zum Beispiel das AEZ-SE Vorgehensmodell ab, in dem das zu entwickelnde System mit expliziten Entwicklungsschritten umgesetzt wird, wobei nicht in jedem Schritt ein realisiertes Hardwareinkrement zu erzeugen ist (Stelzmann, 2011, S. 152). Hauptmerkmal des Vorgehensmodells (Beispieloutput der Methodik) ist, dass es den tatsächlichen Kundennutzen verfolgt (Stelzmann, 2011, S. 153) und somit das Ziel kontinuierlich neu projiziert wird, siehe Abbildung 2.23. Aus Sicht des Autors dieser Arbeit besteht der wertvollste Beitrag der Arbeit darin,

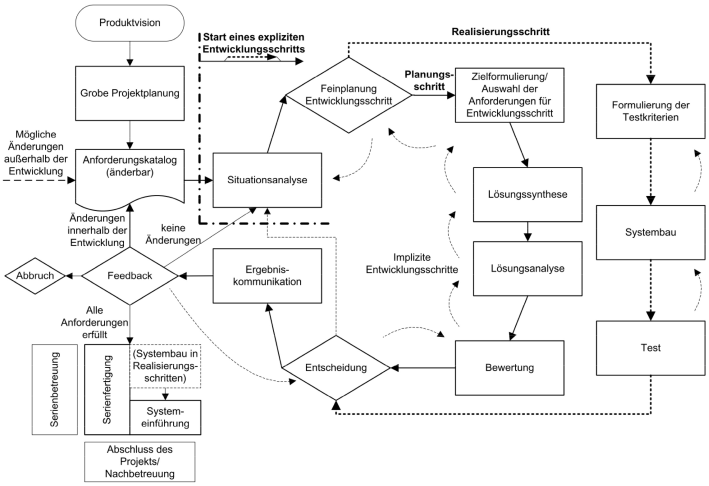


Abbildung 2.23
Visualisierung eines Vorgehensmodells nach der Methodik von Stelzmann (2011, S. 153); Genehmigung zur Reproduktion durch die Technische Universität Graz erhalten

die Multidimensionalität der Agilität zu erkennen und teilweise zu beschreiben. Dabei geht Stelzmann (2011, S. 144) auf verschiedene Einflussbereiche ein und gibt fruchtbare Ausblicke auf deren Umgang. Die von ihm aus der Methodik abgeleiteten Vorgehensmodelle (vgl. Abbildung 2.23) bleiben jedoch sehr generisch und erfassen insofern nur eine Inkorporation allgemein beschriebener Realisierungsschritte oder Praktiken (siehe Auswahlmatrix gemäß Stelzmann (2011, S. 148)) für das zu entwickelnde System. Trotz der anschaulichen Beispiele bleibt zusammenfassend festzuhalten, dass die Wirkmechanismen zur konkreten Konfiguration von Agilität in der Systementwicklung weitestgehend unerforscht bleiben.

Die Herausforderungen bei der Einführung und Durchführung von Scrum in der Hardwareentwicklung nach Ovesen (2012)

Die Arbeit von Ovesen (2012) beschäftigt sich mit den Herausforderungen bei der Implementierung und Anwendung von Scrum in der integrierten Produktentwicklung. Im Rahmen seiner Forschung konstatiert Ovesen (2012, S. 167 f.), dass fünf Hauptfelder die Einführung von Scrum erschweren. Diese sind Paradigmen-Verwirrung (*Paradigm Perplexity*), Zwänge der Körperlichkeit (*Constraints of Physicality*), Designer-Dissens (*Designer's Dissent*), Dilemma der Teamverteilung (*Team Distribution Dilemma*) sowie Bildung und Reifung (*Education and Maturation*). Dabei erwähnt Ovesen (2012, S. 168), dass die zuvor genannten Herausforderungen Unternehmen darin hindern können, agil zu werden. Darauf aufbauend führt er an, dass die Zwänge der Körperlichkeit eines der größten Herausforderungen für die Implementierung von Scrum sind, da sich virtuelle Produkte von physischen Produkten in Entwicklung und Fertigung unterscheiden. Darüber hinaus elaboriert Ovesen (2012, S. 169), dass die Kohärenz zwischen Scrum und Stage-Gate-Modellen nicht gegeben ist, da dies *„zu einem Konflikt zwischen den Projektinputs der dynamischen Konzepte in Scrum und der präzisen Projektdefinition in Stage-Gate führe."* Die Arbeit von Ovesen (2012) gilt insbesondere in der Adaption der Konzepte der agilen Softwareentwicklung auf die Anwendungspraxis der agilen Hardwareentwicklung durch die Explizierung vorhandener Herausforderungen als pionierhaft, weshalb jene Herausforderungen reevaluiert und erweitert wurden (vgl. Heimicke et al., 2020; Atzberger and Paetzold, 2019;

Michalides et al., 2023a).

Agile-Stage-Gate Ansatz nach Cooper (2014); Sommer et al. (2015); Cooper and Sommer (2016a)

Die Autoren Cooper (2014), Sommer et al. (2015), Cooper and Sommer (2016b), Cooper and Sommer (2016a) und Cooper and Sommer (2018) schlagen die kombinierte Anwendung agiler und „traditioneller" Ansätze vor, um die Vorteile beider Ansätze erhalten zu können. Weitere Gründe zur Verschmelzung dieser Ansätze sind die verbesserte interne Kommunikation als auch die permanente Integration und Würdigung von Kundenfeedback (Cooper and Sommer, 2016b, S. 168). In den Publikationen dieser Autoren wird die Integration agiler Methoden innerhalb des Stage-Gate Ansatzes adressiert. Hierbei wird insbesondere Scrum als kompatibel mit dem Stage-Gate Ansatz betrachtet (vgl. Sommer et al., 2015, S. 35 ff.; Cooper and Sommer, 2016a, S. 517 ff.). Scrum wird demgemäß in die einzelnen Phasen integriert, siehe Abbildung 2.24.

Anmerkung: Konträre Perspektive zu Ovesen (2012)

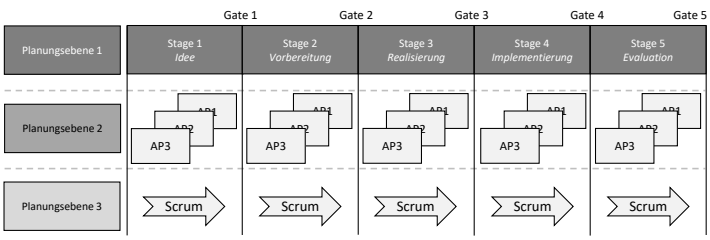


Abbildung 2.24
Darstellung des Agile-Stage-Gate Ansatzes nach Sommer et al. (2015, S. 40)

Wie in Abbildung 2.24 dargestellt, wird Scrum auf der untersten Ebene zur Abarbeitung der Arbeitspakete (AP) genutzt. Die übergeordneten Planungsebenen orientieren sich am klassischen Stage-Gate Ansatz und behalten die Logik dessen bei. Kritisch an diesem hybriden Ansatz zu werten ist, dass die Phasenlogik unverändert beibehalten wird. Dies steht zunächst im Kontrast zu den agilen Vorgehensweisen. Folglich erfolgt auch hier lediglich eine Agilisierung der einzelnen Phasen innerhalb des bestehenden Stage-Gate Ansatzes.

Agile Prozessplanung im Produktentstehungsprozess nach Schneider (2015)

Schneider (2015) beschäftigte sich mit der agilen Prozessplanung im Produktentstehungsprozess am Beispiel der Motorenproduktion. Der Autor legt den Fokus auf die Schnittstelle zwischen Produktentwicklung und Produktherstellung, wobei die Prozessplanung ein Mittel zur Gestaltung des resultierenden

Produktionssystems darstellt (vgl. Schneider, 2015, S. 12). Basierend auf einer Übertragbarkeitsprüfung von Konzepten der agilen Softwareentwicklung auf die Prozessplanung (vgl. Schneider, 2015, S. 80 ff.), soll das Scrum-Framework als Meta-Prozess für die agile Prozessplanung implementiert werden (vgl. Schneider, 2015, S. 95 ff.). Auf Basis von fünf abgeleiteten Grundsätzen der agilen Prozessplanung (z. B. iteratives und inkrementelles Vorgehen, Standardisierung) werden weitere Elemente adressiert (wie z. B. Artefakte, Rollen), welche die entwickelte Methodik zur agilen Prozessplanung konstituieren. Die publizierte Methodik ist in Abbildung 2.25 illustriert.

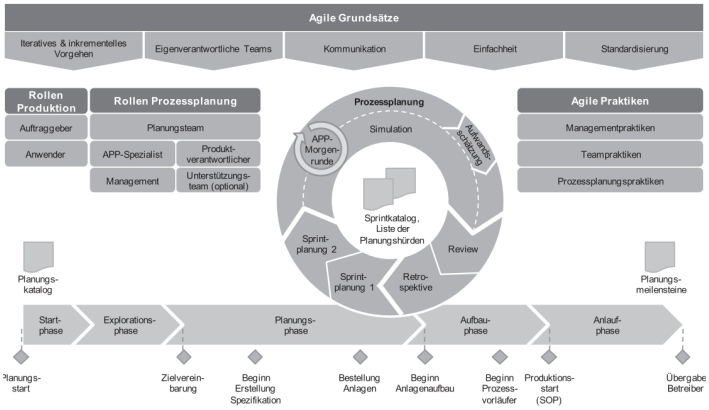


Abbildung 2.25
Visualisierung der Methodik der agilen Prozessplanung im Produktentstehungsprozess nach Schneider (2015, S. 123); Genehmigung zur Reproduktion durch den Shaker Verlag erhalten

Wie in Abbildung 2.25 dargestellt, wird unter Verwendung der beschriebenen Elemente eine Methodik entwickelt, die Scrum in ein Phasenmodell integriert. Ferner werden zum Beispiel zentrale Rollen (z. B. Spezialisten der Agile Prozessplanung im Produktentstehungsprozess (APP)) im Kontext der agilen Prozessplanung definiert (vgl. Schneider, 2015, S. 107). Ein zentraler Kritikpunkt des Verfassers der vorliegenden Arbeit ist, dass der Beitrag eher die Anwendbarkeit des Scrum-Frameworks in der Prozessplanung untersucht, dabei jedoch das Grundwesen agiler Ansätze durch die Bindung an Phasen vernachlässigt wird. Anders formuliert, werden letztendlich einzelne Phasen prozessual agilisiert, analog zu dem bereits zuvor vorgestellten Ansatz. Nichtsdestotrotz bleibt anzuerkennen, dass im fortge-

schrittenen Stadium der Produktentwicklung bereits fundierte Parameter zur Gestaltung des Produktionssystems vorliegen und somit im Kontext der Herstellung Berücksichtigung finden müssen. Insofern konnte die grundsätzliche Anwendbarkeit der entwickelten Methodik in der Prozessplanung einer Motormontagelinie belegt werden (Schneider, 2015, S. 147).

Agiles Engineering im Maschinen- und Anlagenbau nach Klein (2016)

Ein weiterer Ansatz, welcher auf Scrum basiert, ist die Methodik von Klein (2016) zum agilen Engineering im Maschinen- und Anlagenbau. Dabei versteht Klein (2016, S. 84) agiles Engineering als eine in den Ingenieurswissenschaften etablierte Agilität. Mittels seiner Methodik kann eine anwendungsspezifische Beschreibung eines agilen Entwicklungsprozesses vorgenommen werden (vgl. Klein, 2016, S. 136). Unter Nutzung eines Referenzmodells werden agile Techniken bedarfsgerecht im mechatronischen Entwicklungsprozess ergänzt (Elemente Scrums). Dabei werden agile Techniken (Elemente Scrums) exemplarisch als Artefakte, Hilfsmittel und Rollen modelliert (vgl. Klein, 2016, S. 114). Anhand von Kontextkriterien (vgl. Klein, 2016, S. 124) wird eine adäquate Agilitätsklasse abgeleitet. Dabei unterscheiden sich die Agilitätsklassen in der Stärke der Integration agiler Techniken (Klein, 2016, S. 99 ff.). Diese Unterscheidung findet seine Ursächlichkeit darin, dass der Autor davon ausgeht, dass der Kontext maßgebend für den Integrationsgrad von Agilität ist (vgl. Klein, 2016, S. 108). Nichtsdestotrotz setzt der Autor inhärent voraus, dass Agilität aussschließlich mittels Scrum erreicht werden kann, da dieser mit der höchsten Agilitätsklasse Scrum vollständig umgesetzt sieht (vgl. Klein, 2016, S. 109). Damit fokussiert die Arbeit insbesondere die Adaption von Scrum auf den Maschinen- und Anlagenbau. Zur Unterstützung dieser Anpassung hat Klein (2016, S. 206 ff.) Steckbriefe entwickelt, welche eine ausführliche Beschreibung bereitstellen, die als Hilfsmittel zur Auswahl dienen. So beschreibt Klein (2016, S. 206) das Daily Meeting als *„Tägliches Statustreffen von begrenzter Dauer und zu einer bestimmten Uhrzeit, mit allen Mitgliedern des Teams und unter Moderation des Scrum Masters. Es dient den folgenden Inhalten: Darlegung der zurückliegende[n] Tätigkeiten des Vortages, Tätigkeiten des bevorstehenden Entwicklungstages und aufgetretene Hindernisse*

durch jedes Mitglied des Teams [sowie] Aktualisierung des Burndown Charts und [des] Task Boards.“ Ferner klassifiziert der Autor die damit verbundenen Agilitätsklassen, die Arbeitsabschnitte sowie bekannte Synonyme (z. B. Daily Stand-Up). Diese Steckbriefe können insofern sowohl den initialen Einstieg als auch die Implementierung von Scrum-Elementen in mechatronischen Produktentwicklungsprozessen erleichtern.

In dem Beitrag von Kantelberg (2018) wird eine Methodik vorgestellt, in derer die Gestaltung agiler Produktentwicklungsprozesse unterstützt wird. Wie in Abbildung 2.26 visualisiert, basiert jene Methodik auf vier Partialmodellen die konsekutiv adressiert werden müssen (Kantelberg, 2018, S. 109).

Gestaltung agiler Entwicklungsprozesse technischer Produkte nach Kantelberg (2018)

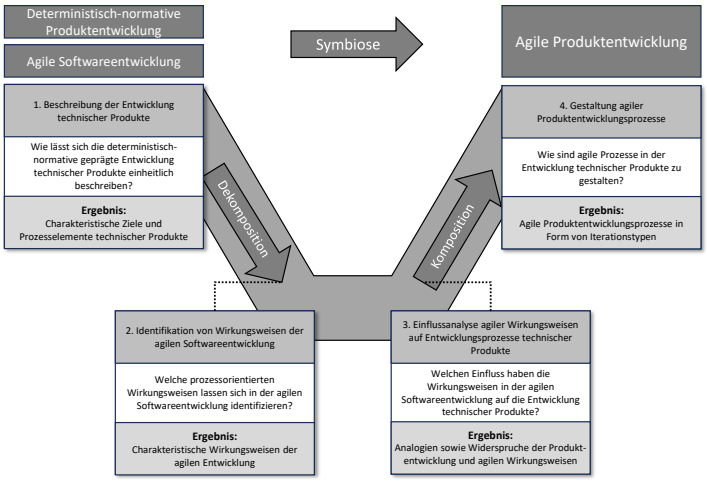


Abbildung 2.26
Visualisierung des Konzepts der Methodik zur Gestaltung agiler Produktentwicklungsprozesse nach Kantelberg (2018, S. 109); Genehmigung zur Reproduktion durch den Apprimus Verlag erhalten

Wie in Abbildung 2.26 gezeigt, wird in einem ersten Schritt das Verständnis von Produktentwicklungsprozessen harmonisiert. Hierzu nutzt Kantelberg (2018, S. 119 ff.) das ZHO-Modell (Zielsystem, Handlungssystem und Objektsystem). In dem zweiten Partialmodell werden gemäß Kantelberg (2018, S. 135 ff.) Prozesselemente identifiziert, welche die zugrundeliegenden Wirkmechanismen der agilen Softwareentwicklung repräsentieren. Grundlage sind zum Beispiel Werte, Prinzipien und Praktiken, welche darüber hinaus einer formal-strukturellen Homogenität und einer inhaltlichen Homogenität der Beschreibung genügen

müssen (Kantelberg, 2018, S. 137 ff.). Exemplarisch zeigt er, dass die eXtreme Programming Praktik *Akzeptanztest* die Wirkung entfaltet, das lokale Wissen zu maximieren, andererseits die Gestaltungsimplikation hat, Inkremente zu validieren (Kantelberg, 2018, S. 151). Mittels des dritten Partialmodells werden darauf aufbauend Analogiebildungen zwischen dem ZHO-Modell der agilen Softwareentwicklung und dem ZHO-Modell der Entwicklung technischer Produkte vorgenommen, sodass Widersprüche identifiziert werden können (Kantelberg, 2018, S. 165 ff.). Hierbei stellt Kantelberg (2018, S. 170) zum Beispiel fest, dass Zielinhalte (Effektivität maximieren, Aufwand minimieren) identisch sind. Dennoch konstatiert er, dass Herstellungskosten oder Inkrementtypen kaum Berücksichtigung finden und daher in die Ausgestaltung agiler Entwicklungsprozesse technischer Produkte integriert werden müssen. In einem letzten Schritt kann mittels des vierten Partialmodells ein agiler Produktentwicklungsprozess gestaltet werden, in dem Prozesselemente und Wirkungsweisen über verschiedene Ebenen integriert werden (Kantelberg, 2018, S. 183 ff.). Obgleich Crystal, Scrum und eXtreme Programming ebenfalls Berücksichtigung fanden, war der Kernbeitrag seiner Arbeit, wie Werte, Prinzipien und Praktiken analysiert werden können, um diese in der Gestaltung agiler Prozesse einzusetzen. Wie Kantelberg (2018, S. 237) reflektiert, bleiben aufbauorganisatorische Aspekte unberücksichtigt, wodurch der Autor ebenfalls Rollen und Verantwortlichkeiten mit verstanden wissen will. Aus Perspektive des Verfassers der vorliegenden Dissertationsschrift bleibt jedoch kritisch zu werten, dass die analysierten Wirkungsweisen nicht transparent in Form eines Anhangs festgehalten sind.

Agile Systems Design nach Albers et al. (2019b, 2018)

Das Agile Systems Design Framework des Karlsruher Instituts für Technologie ist ein ganzheitlicher Ansatz, der auf den jahrelang gesammelten Erfahrungen des gleichnamigen Instituts beruht (Albers et al., 2018, S. 640). Dabei ist Agile Systems Design als ein *„ganzheitlicher, strukturierender Ansatz zur agilen Entwicklung mechatronischer Systeme, sowie der zugehörigen Produktstrategie, Validierungssysteme und Produktionssysteme bestehend aus Denkweisen, Methoden und Prozessen der bewussten PGE – Produktgenerations-*

entwicklung“ definiert (Reiß, 2018, S. 44). Das Framework basiert hierbei auf neun wesentlichen Grundprinzipien, wie zum Beispiel, dass der Mensch im Zentrum der Produktentstehung steht oder aber die situations- und bedarfsgerechte Kombination von strukturierenden, agilen und flexiblen Elementen (Albers et al., 2019b, S. 6 ff.). Um das Bewusstsein für die tatsächliche Operationalisierung dieser Prinzipien zu schärfen, bietet Albers et al. (2019c, S. 841) einen Ordnungsrahmen an (siehe Abbildung 2.27), welcher bei der Auswahl des Maßes an bedarfsgerechter Agilität unterstützen soll.

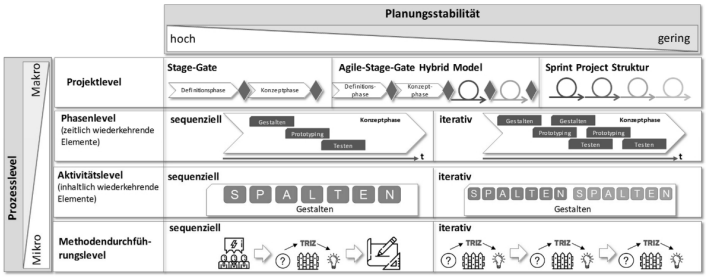


Abbildung 2.27
Illustration zur Unterstützung der Auswahl eines situations- und bedarfsabhängigen Maßes an Agilität nach Albers et al. (2019c, S. 841); Genehmigung zur Reproduktion durch den Elsevier Verlag erhalten

Wie in Abbildung 2.27 ersichtlich, hängt die Auswahl gemäß jener Autoren sowohl von der Planungsstabilität als auch von dem Prozesslevel ab. Die grundlegende Logik des Sprints, wie sie im Scrum-Framework verankert ist, spiegelt sich auch in der Konfiguration des Agile Systems Design Ansatzes wider. An dieser Stelle sei angemerkt, dass weitere Publikationen (z. B. Heimicke et al. (2021a); Schöck et al. (2024)) auf jenem Ansatz aufbauen und daher nicht weiter betrachtet werden. Dies lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass weitere Aspekte einer detaillierteren Betrachtung unterzogen wurden und die Auswirkungen auf die vorliegende Arbeit durch den Verfasser dieser Arbeit als gering eingeschätzt wurden.

Towards a Method for Agile Development in Mechatronics nach Schmidt (2019)

Das für die Mechatronikentwicklung abgeleitete Framework nach Schmidt (2019) bietet einen generischen Ansatz um mit den bereits vorgestellten *Constraints of Physicality* umzugehen (Schmidt, 2019, S. VI). Damit wird insbesondere die Organisation agiler Produktentwicklungsprojekte unterstützt. Dabei stützen sich die Erkenntnisse zur Ableitung des Frameworks maßgeblich auf

empirischen Studien, Workshops, der Lead-User Methode sowie Literaturrecherchen (vgl. Schmidt, 2019, S. 161 f.). Das Framework beruht auf der Prämisse, dass es nicht nur der Entwicklung virtueller, sondern speziell physischer Lösungen dient (Schmidt, 2019, S. 96). Darüber hinaus basiert das Framework auf der Annahme, dass die Erfordernisse von Agilität durch bestimmte Rahmenbedingungen als gegeben gelten. Das Framework beinhaltet in Summe zehn Prinzipien und drei Praktiken (Schmidt, 2019, S. 98 ff.). Exemplarisch seien das Prinzip der Nutzung unterschiedlicher Prototypen zum Lernen sowie die Praktik der *Progress Map* angeführt. Schmidt (2019, S. 111) gibt ferner bereits Hinweise, welche Aspekte hinsichtlich einer potenziellen Skalierung beachtet werden müssen. So verweist Schmidt (2019, S. 114) zum Beispiel darauf, dass die agile Entwicklung insbesondere durch Wert- und Funktionsunabhängigkeit dessen Stärke entfaltet. Dies setzt jedoch voraus, dass Funktionen und Komponenten nicht mit anderen Funktionen und Komponenten wechselwirken, was insbesondere bei komplexen Systemen oft nicht der Realität entspricht. Zusammenfassend bietet der Autor zwar keine tatsächlich anzuwendende Methode an, bietet nichtsdestotrotz theoretisch fundierte Anhaltspunkte zur Entwicklung eben jener agilen Methode. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass „neue" agile Prinzipien aus der Perspektive der Hardwareentwicklung hinzugefügt wurden, wodurch die bestehenden Prinzipien der agilen Softwareentwicklung erweitert und ergänzt werden (vgl. Schmidt, 2019, S. 125). Dadurch kann die Implementierung von Scrum (als ein Beispiel) im Kontext der Hardwareentwicklung potenziell erleichtert werden. Abschließend ist festzuhalten, dass das entwickelte Framework eine hohe Abstraktionsebene aufweist und dessen konkrete Anwendung mit Schwierigkeiten verbunden sein dürfte. Diese Einschätzung reflektiert und spiegelt die übereinstimmende Position des referenzierten Autors wider (vgl. Schmidt, 2019, S. 144).

Agile Prozessgestaltung zur Unterstützung von Produktentwicklungsprojekten nach Baschin et al. (2020)

In dem Beitrag von Baschin et al. (2020) wird die kontextspezifische agile Prozessgestaltung zur Unterstützung von Produktentwicklungsprojekten thematisiert (vgl. Baschin et al., 2020, S. 491). Der Fokus der Betrachtung liegt auf der Planung und

Anpassung jener Prozesse. Auf Basis von Faktoren des Projektkontexts (z. B. Ziele und Organisation) wird eine Methodik zur Prozessgestaltung vorgeschlagen, die die individuellen Kontexte des Unternehmens berücksichtigt und auf drei aufeinanderfolgenden Schritten beruht (Baschin et al., 2020, S. 495 ff.). Diese Schritte umfassen das Beurteilen des Projektkontexts, die darauf basierende Prozessplanung sowie die Prozessdurchführung. Problematisch ist, dass die Autoren lediglich einen generischen Ablauf zur Gestaltung agiler Prozesse präsentieren, ohne die konkrete Wirksamkeit dieses Ansatzes nachzuweisen. Obwohl mittels einer Fallstudie das grundsätzliche Konzept der Methodik nachgewiesen werden konnte, bleibt deren Anwendung für die agile Entwicklung physischer Produkte diffus.

Konzeptioneller Rahmen für die Kombination von agilen und „traditionellen" Innovationsprozessen nach Lichtenthaler (2020)

Ein weiteres konzeptionelles Framework wird durch Lichtenthaler (2020) vorgestellt, in dem verschiedene Varianten zur Kombination von agilen und „strukturierten" Prozessen vorgeschlagen werden. Dabei erweitert er den Agile-Stage-Gate Ansatz um weitere Kombinationen jenseits jenes Ansatzes (Lichtenthaler, 2020, S. 43). Hierbei differiert er zwischen vier Möglichkeiten der Kombination, namentlich: Agil innerhalb von Gates, Agil vor dem Gating, Agil nach dem Gating, Agil neben dem Gating Ansatz (vgl. Lichtenthaler, 2020, S. 45). Dabei geht es dem Autor darum, auf die Ausgewogenheit (Balance) zwischen „strukturierten" und agilen Prozessen hinzuweisen, da diese bei der Umgestaltung von Innovationsprozessen Berücksichtigung finden müssen (vgl. Lichtenthaler, 2020, S. 46 f.). Unabhängig davon ist der Erkenntnisgewinn hinsichtlich der konkreten Operationalisierung von Agilität aus Sicht des Autors dieser Arbeit moderat.

Wertemodell zur Beschreibung von Interdependenzen im Kontext der agilen Mechatronikentwicklung nach Atzberger (2022)

Die Arbeit von Atzberger (2022) liefert ein Wertemodell zur Beschreibung normativer Aspekte im Kontext der agilen Mechatronikentwicklung. Dieses Wertemodell wurde als AiM-Modell (Agility in Mechatronics) publiziert (vgl. Atzberger, 2022, S. 100). Das AiM-Modell ist anhand eines Tetraeders visualisiert und teilt sich in vier Dimensionen auf, siehe Abbildung 2.28. Wie in Abbildung 2.28 gezeigt, besteht das Modell aus den Dimensionen Produkt, Person, Prozess und Kunde.

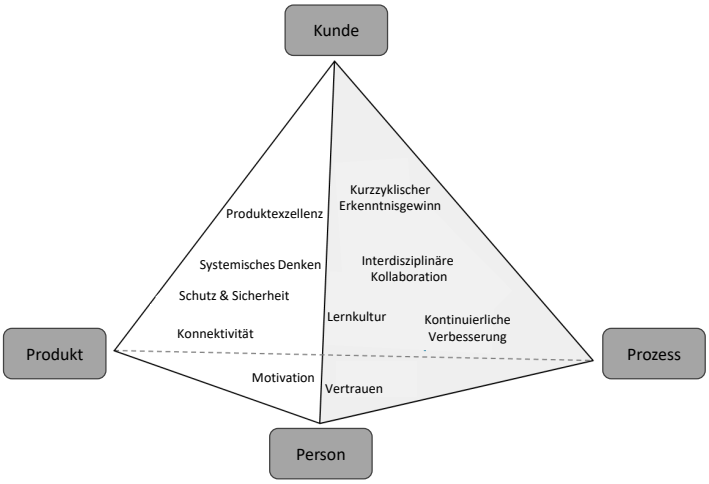


Abbildung 2.28
Illustration des Wertemodells zur Beschreibung von Interdependenzen im Kontext der agilen Mechatronikentwicklung nach Atzberger (2022, S. 101); Das AiM-Modell folgt der Logik des Konzepts des intergrierten Managements, auch als St. Galler Management-Konzept bekannt (vgl. Bleicher, 1991, S. 49 ff.).

Die in dem Tetraeder enthaltenen Elemente repräsentieren in Abhängigkeit ihrer Koordinaten die Beziehung zu den jeweiligen Dimensionen (Atzberger, 2022, S. 101). Der von Atzberger (2022) publizierte Beitrag hilft einerseits die rahmengebenden Elemente des Scrum-Frameworks im Kontext der agilen Produktentwicklung einzuordnen, andererseits verweist Atzberger (2022, S. 107) selbst auf die unterschiedliche Gewichtung der Elemente hinsichtlich der Team-Ebene oder möglicher Skalierungskontexte. Kritisch zu beurteilen ist, dass die konkrete Operationalisierung der Werte nicht weiter thematisiert wird und es stattdessen bei einer rein deskriptiv-normativen Darstellung bleibt. Diese ändert auch die Tatsache nicht, dass diese Werte im Rahmen einer empirischen Studie validiert worden sind, da diese Werte aus Perspektive des Autors dieser Arbeit selten verneint werden. Es ließe sich zum Beispiel argumentieren, warum ein Umfrageteilnehmer überhaupt die Sicherheit von Produkten ablehnen sollte, ungeachtet des spezifischen Kontexts der agilen Mechatronikentwicklung. Trotz der aufgezeigten Grenzen jener Arbeit bleibt anzuerkennen, dass es Atzberger (2022) gelungen ist, einen Wesenskern der Agilität herauszuarbeiten, nämlich das des implizierten Mindsets.

Kontextbasierte Integration agiler und plangetriebener Entwicklungsprozesse nach Ays (2022)

Die Arbeit von Ays (2022) beschäftigt sich mit der kontextbasierten Integration von agilen und plangetriebenen Entwicklungsprozessen. Auf Basis einer fünfschrittigen Methodik wird die projektspezifische Auswahl und Gestaltung von Grundtypen hybrider Entwicklungsprozesse unterstützt (vgl. Ays, 2022, S. 113). Diese Grundtypen spiegeln auf abstrahierter Ebene zum Beispiel die Kombination von einem Stage-Gate Ansatz und Scrum wider (vgl. Ays, 2022, S. 230). Nachfolgend werden die fünf Schritte der Methodik (siehe Abbildung 2.29) vorgestellt.

In einem ersten Schritt werden die Kontextfaktoren zur Beschreibung des prozessrelevanten Projektkontexts ermittelt (Ays, 2022, S. 115 ff.). Die identifizierten Kontextfaktoren sind in der Arbeit im Anhang gelistet (vgl. Ays, 2022, S. 269). Kontextfaktoren sind zum Beispiel die Projektkritikalität, die Schnittstellenanzahl oder das Projektrisiko. Es sei durch den Autor dieser Arbeit angemerkt, dass trotz der gesamtheitlichen Listung der Kontextfaktoren, die Projektkritikalität (exemplarisch genannt) nicht als prozessrelevanter Kontextfaktor eingestuft wurde (vgl. Ays, 2022, S. 127), was zumindest Fragen aufwirft, da die Kritikalität in der Regel einen Einfluss auf den Prozess hat.

In einem zweiten Schritt der Methodik (siehe Abbildung 2.29) werden die Prozessmerkmale zur Beschreibung hybrider Entwicklungsprozesse identifiziert (Ays, 2022, S. 132 ff.). Hierzu werden etablierte Vorgehensmodelle hinsichtlich definierter Auswahlkriterien (z. B. Aktualität und Prozessbezug) ausgewählt (vgl. Anhang Ays, 2022, S. 292 ff.). Demgemäß wurden zum Beispiel Scrum und der Stage-Gate Ansatz weiter berücksichtigt (Ays, 2022, S. 138). Auf Basis dieser Auswahl werden dann Prozessmerkmale herausgearbeitet (vgl. Ays, 2022, S. 141 ff.). Die im Anhang der Arbeit gelisteten konstituierenden agilen Prozessmerkmale (vgl. Ays, 2022, S. 313 ff.) konsolidieren die Perspektiven anderer Autoren und werden insofern durch Frau Ays akzeptiert. Nachdem diese konstituierenden agilen und plangetriebenen Merkmale identifziert wurden, werden diese zu Merkmalsverbunde zusammenfasst (vgl. Ays, 2022, S. 155). Wie in Abbildung 2.29 gezeigt, werden im dritten Schritt der Methodik Grundtypen hybrider Entwicklungsprozesse definiert.

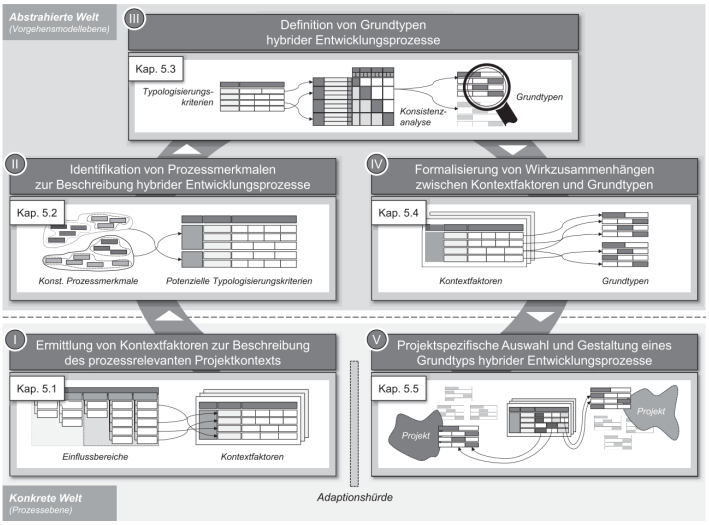


Abbildung 2.29
Illustration der konsekutiven Schritte der Methodik zur kontextbasierten Integration agiler und plangetriebener Entwicklungsprozesse nach Ays (2022, S. 113); Genehmigung zur Reproduktion durch den Apprimus Verlag erhalten

Typologisierungskriterien sind zum Beispiel Prozesstakt, Verlaufsform und Format der Entscheidungsfindung (vgl. Ays, 2022, S. 168). Diese konsolidierten Kriterien sind aus Perspektive des Autors dieser Arbeit wertvoll, da diese erste Rückschlüsse darauf zulassen, dass es sich um ein Kontinuum handeln könnte. Zwar expliziert Ays (2022, S. 169) jenes Kontinuum nicht (Darstellung von Kategorien), nichtsdestotrotz lässt sich dieses bereits erahnen, wenn man die Konfigurationsprofile betrachtet (vgl. Ays, 2022, S. 185). In den letzten beiden Schritten der Methodik (siehe Abbildung 2.29) werden abschließend die Wirkzusammenhänge zwischen Kontextfaktoren und Grundtypen formalisiert sowie jene konkrete Auswahl erläutert und somit fundiert (Ays, 2022, S. 199 ff.). Durch den Beitrag von Ays (2022) lassen sich hybride Projekttypen wie die des Stage-Gate Ansatzes in Kombination mit dem Scrum-Framework (vgl. Lichtenthaler, 2020) nun hinsichtlich des Kontexts und des Eignungsgrads gewichten. Nichtsdestotrotz reflektiert Ays (2022, S. 235 f.), dass Wirkzusammenhänge und die Einflussanalyse präzisiert werden könnten. Dies liegt unter anderem daran, dass die einzelnen Ergebnisse der jeweiligen Schritte stark von den Analysen zu betrachtender Elemente (z. B. Prozessmerkmale) abhängen.

Leitfaden zur Anwendung von Agilität in hybriden Hardware- und Software-Entwicklungsprojekten nach Drutchas and Eppinger (2022)

Eine Veröffentlichung von Drutchas and Eppinger (2022) liefert einen Leitfaden zur Anwendung von Agilität in kombinierten Hardware- und Softwareentwicklungsprojekten. Die Autoren adressieren in ihrer Veröffentlichung die Herausforderungen auf Grund der sogenannten *Constraints of Physicality*, die Herausforderungen hinsichtlich der Backlog-Zerlegung sowie die Herausforderungen, die mit der Sprint-Kadenz einhergehen (Drutchas and Eppinger, 2022, S. 154 ff.). Im Geiste dessen wird insbesondere die Prozesslogik von Scrum betrachtet (vgl. Drutchas and Eppinger, 2022, S. 152). Obwohl die Autoren auf die Herausforderungen der Adaption hinweisen und hierfür sensibilisieren, bleibt der Beitrag inhaltlich auf eine deskriptive Darstellung beschränkt. Dennoch ist anzuerkennen, dass die aufgezeigten Herausforderungen durch die Aussagen von Interviewpartnern aus der industriellen Praxis gestützt werden und somit auf ihre fortwährende Relevanz hinweisen.

Anpassung von Scaled Agile hinsichtlich des Systems Engineering nach Drutchas and Eppinger (2023)

Eine andere Veröffentlichung von Drutchas and Eppinger (2023) vertieft die zuvor erwähnten Herausforderungen der Zerlegung des Backlogs im Kontext der Skalierung. Der Kernbeitrag dieses Papers ist, dass sich die Systemzerlegung gerade nicht anhand der zuvor determinierten Systemarchitektur ausrichten sollte, sondern an den für das Projekt bestehenden Problemen (vgl. Drutchas and Eppinger, 2023, S. 478 f.). Damit einher geht die darauf basierende Organisation der Entwicklerteams sowie die probate Dekomposition von Backlog-Items. Dadurch wird der dynamischen Struktur von Produktentwicklungsprojekten Rechnung getragen (vgl. Drutchas and Eppinger, 2023, S. 481). In Summe sind die Sprints nun vielmehr an kritischen Problembereichen ausgerichtet und nicht mehr an teils fixierten Subsystemen. Diese Erkenntnisse sind aus Perspektive des Autors der vorliegenden Arbeit wertvoll und werden im späteren Verlauf erneut thematisiert werden (siehe Kapitel 6).

Eine Koordinationsperspektive der Agilität in der Produktentwicklung der Automobilindustrie nach Schrof (2023)

Eine weitere Publikation beleuchtet ebenfalls die Herausforderungen und Limitationen bei der Skalierung agiler Teams im Rahmen der Produktentwicklung innerhalb der Automobilindustrie (Schrof, 2023). Durch den Einsatz von Koordinationsmodi werden die Wirkmechanismen sowohl zwischen einzel-

nen Teammitgliedern als auch zwischen Teams systematisch fundiert (vgl. Schrof, 2023, S. 66 ff.). Dabei werden verschiedene Modi (z. B. individueller Modus, Gruppenmodus, *Boundary-Spanning*) aus der Softwareentwicklung beziehungsweise den Organisationswissenschaften adaptiert (vgl. Schrof, 2023, S. 66). Das konsolidierte Koordinationsreferenzmodell, welches auch als eine Teilmenge von Führungs- und Managementaufgaben verstanden werden kann, wird zunächst auf bekannte agile Methoden angewandt (vgl. Schrof, 2023, S. 71). So werden zum Beispiel Scrum und eXtreme Programming mittels des Referenzmodells erläutert. So findet Schrof (2023, S. 71 f.) zum Beispiel heraus, dass Scrum keine Koordinationsmechanismen enthält, welche die Interaktionen zu anderen Organisationseinheiten beschreiben. Anders formuliert werden etwaige Schnittstellen innerhalb Scrum nicht berücksichtigt. Insofern beinhaltet Scrum keine teamübergreifende Koordinationsstrategie. Anhand von elf Projekten der Automobilindustrie wird durch den Autor konstatiert, dass sich die Koordinationsmechanismen eignen, um etwaige Anpassungen vorzunehmen, da Probleme (z. B. Aufgabenpriorisierung und Systemintegration) in der Koordination mit Hilfe des Referenzmodells identifiziert werden können (vgl. Schrof, 2023, S. 83 ff.). Insofern *„vereinfacht die integrierte Problemperspektive das Problemverständnis“* (Schrof, 2023, S. 95). Insbesondere die *Boundary-Objects*-Mechanismen wie das Backlog scheinen aus Perspektive des Autors dieser Arbeit effektive Elemente, um agile Teams im skalierten Kontext zu strukturieren (vgl. Schrof, 2023, S. 103 f.). In der Automobilindustrie hat sich zum Beispiel der Multiteam-Backlog in der Scrum-Anwendung etabliert, der als objektübergreifender Koordinationsmechanismus seinen Einsatz findet (vgl. Schrof, 2023, S. 113).

Entwicklung eines Methodenprofils auf Basis des aktuellen Reifegrades der agilen Entwicklung in der mechatronischen Produktentwicklung nach Müller et al. (2024)

Ein kontemporärer Beitrag von Müller et al. (2024) beschäftigt sich mit der Ausarbeitung eines Methodenprofils auf Basis des aktuellen Reifegrades der agilen Entwicklung in der mechatronischen Produktentwicklung, mit dem Ziel, einen „Baukasten“ zur Verfügung zu stellen, um eine kontextspezifische Auswahl von agilen Elementen zu ermöglichen. In diesem Beitrag wird erneut auf die Problematiken der Hardwareentwicklung hin-

gewiesen (z. B. hohe Interaktion von Teams, Synchronisation von Domänen und hohe Vernetztheit von Subsystemen), sodass eine nach Lehrbuch beschriebene Anwendung von agilen Methoden der Softwareentwicklung nicht zielführend ist (Müller et al., 2024, S. 153 f.). Diese evaluierten Herausforderungen werden ferner kategorisiert (Müller et al., 2024, S. 157). Kritisch anzumerken ist hierbei, dass Schnittstellen in der Regel ein inhärentes Thema von Führung und Management darstellen, da sie zum Beispiel in der Koordination und Synchronisation Berücksichtigung finden müssen (vgl. Michalides et al., 2023a). Auf Basis der elaborierten Erkenntnisse schlagen sie Anforderungen an ein Methodenprofil vor, welches verschiedene Grundprinzipien der agilen Arbeitsweise integrieren muss (vgl. Müller et al., 2024, S. 159 ff.). Aus Sicht des Autors dieser Arbeit sind jedoch einige Aussagen kritisch zu hinterfragen, wie zum Beispiel, dass *„Fehler zu machen gut [oder] (und erwünscht) ist [...]“* (Müller et al., 2024, S. 159). Denn hier gilt es zu differenzieren, was für Fehler damit konkret gemeint sind. Denn es macht beispielsweise rückblickend einen Unterschied, ob ein Irrtum auf Basis besten Wissens und Gewissens zu einem Fehler führte oder ob er infolge beabsichtigten Handelns entstanden ist. Insofern können die Aussagen zwar einen Anhaltspunkt zur weiteren Untersuchung bieten, sind jedoch zur konkreten Nutzung weniger geeignet. Die von den Autoren geäußerte Kritik an hierarchischen Strukturen (vgl. Müller et al., 2024, S. 161) wird im Folgenden ebenfalls als kritisch zu betrachtender Gegenstand dieser Arbeit aufgegriffen und erneut thematisiert.

Zusammenfassung sowie aktuelle Forschungsdefizite

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass identifizierte Herausforderungen (vgl. Scharold and Paetzold-Byhain, 2024; Michalides et al., 2023a) nach wie vor Gegenstand wissenschaftlicher Forschung sind. Dies liegt unter anderem daran, dass erzeugte Lösungen ein funktionierendes „Stück“ Hardware inkludieren (vgl. Ullman, 2009, S. 17; Koppenhagen et al., 2024, S. 213). Es zeigt sich, dass die Forscherkollegen versuchen, agile Methoden und Ansätze aus der Softwareentwicklung direkt auf die Hardwareentwicklung zu übertragen, wobei die Abstraktionsebene innerhalb der Produktentwicklung bleibt. Dadurch finden Be-

reiche der Organisationswissenschaften, der Führung und des Managements weniger Betrachtung. Ferner scheint die Tendenz in Richtung Hybridisierung von Produktentwicklungsprozessen zu gehen, wobei eine inhärente Kategorisierung und somit strikte Differenzierung zwischen *agilen* und *traditionellen* Ansätzen propagiert wird. Aus der Analyse der Beiträge lassen sich für diese Arbeit daher folgenden Implikationen hinsichtlich der Forschungsdefizite ableiten:

(1) Eine Führungs- und Managementperspektive wird im Kontext der agilen Produktentwicklung selten eingenommen.
(2) Die Abstraktionsebene zur Adaption von agilen Methoden geht nicht über die der Produktentwicklung (Software- und Hardwareentwicklung) hinaus.
(3) Agile und „traditionelle" (plangetriebene) Ansätze werden strikt voneinander abgegrenzt und im Kontext der Hybridisierung kombiniert.
(4) Das Scrum-Framework ist weiterhin akzeptierter Standard industrieller Praxis. Anpassungen sind unverändert die Regel.
(5) Die kontextspezifische Anpassung und konzeptionelle Beschreibung von Agilität bleibt weiterhin herausfordernd z. B. aufgrund von Themen wie die der Skalierung, der Einschränkungen der Körperlichkeit oder des zugrunde liegenden Mindsets.

ⓘ Der Autor hält den Begriff *plangetrieben* für irreführend, siehe Kapitel 6

In den Ausführungen zur agilen Produktentwicklung wurde zunächst das Wissen über und um agile Methoden vorausgesetzt. Im nachfolgenden Abschnitt erfolgt eine prägnante Darstellung der agilen Methoden, wobei insbesondere das Scrum-Framework als zentraler Forschungsgegenstand dezidierter behandelt wird.

2.4.4 Agile Methoden

Neben den zuvor beschriebenen Ansätzen existieren zahlreiche agile Methoden, die das Schlagwort *Agile* in Diskussionen auf unterschiedliche Weise für sich beanspruchen oder proklamieren (Palopak and Huang, 2022, S. 258). Obgleich eine Methode als *„Beschreibung eines regelbasierten und planmäßigen Vorgehens, nach der bestimmte Tätigkeiten auszuführen sind, um ein gewisses Ziel zu*

erreichen“ (Lindemann, 2009, S. 57), verstanden werden kann, sollen in diesem Abschnitt auch Methodiken, Frameworks und andere Modellbildungen adressiert sein.

Dies findet seine Begründung darin, dass agile Methoden in der Literatur als übergeordnetes Konglomerat verschiedener agiler Ansätze betrachtet werden (vgl. PMI and Agile Alliance, 2017, S. 11). Zudem wurden im vorherigen Abschnitt bereits Methodiken und Frameworks im Kontext vorangegangener Forschungsarbeiten zur agilen Produktentwicklung vorgestellt.

ⓘ Der Gebrauch der Begrifflichkeit Methode variiert in Forschung und Praxis (vgl. Stacey et al., 2025, S. 3)

Agile Methoden inkorporieren wie bereits skizziert die Konzepte des iterativen und inkrementellen Entwickelns, in denen oftmals Konzepte des Timeboxings Anwendung finden (Larman, 2004, S. 25). Ferner setzen all diese Methoden internalisierte Werte und Prinzipien voraus. Agile Methoden lassen sich aus Perspektive des Autors also am ehesten dadurch charakterisieren, dass sie insbesondere dann eingesetzt werden, wenn Veränderungen bewältigt und Manövrierfähigkeit gewährleistet werden soll. Dieser adaptive Grundgedanke ist in allen agilen Methoden gleichermaßen verwurzelt (vgl. Larman, 2004, S. 25).

Obwohl auf detaillierte Erläuterungen zur agilen Softwareentwicklung verzichtet wurde, sollen nachfolgend bekannte agile Methoden tabellarisch aufgeführt werden (siehe Tabelle 2.3).

Tabelle 2.3
Tabellarische Listung bekannter agiler Methoden; Das Scrum-Framework sowie daraus abgeleitete Skalierungsframeworks sind nicht gelistet.

Name der Methode	Kurzbeschreibung der Methode	Quellen
Kanban	Eine Methode zum Management, zur Steuerung und zur Visualisierung von Workflows, welches kontinuierliche Verbesserung fördert und parallele Arbeit begrenzt.	(Ohno, 1988; Anderson, 2010)
eXtreme Programming	Ein softwarezentrierter Ansatz, welcher die kurzzyklische Entwicklung und Testung von Softwareprogrammen und Codes fördert.	(Beck and Andres, 2004)
Spotify	Ein aus dem gleichnamigen Unternehmen stammender organisationsspezifischer Ansatz zur Modellierung eines agilen Entwicklungsprozesses. Die Teams werden in sogenannte Squads, Guilds und Tribes unterteilt.	(Kniberg and Ivarsson, 2012)

Fortsetzung **Tabelle 2.3**

Name der Methode	Kurzbeschreibung der Methode	Quellen
Crystal	Eine Familie agiler Methoden mit Fokus auf Teamgröße, Kritikalität des Projekts und Anpassungsfähigkeit. Es werden Farben genutzt, um Projekte zu klassifizieren.	(Cockburn, 2004)
Rapid Application Development	Ein auf dem Spiralmodell basierender Ansatz, der die Konzepte des iterativen und inkrementellen Entwickelns in Form von Rapid Prototyping als Arbeitsweise übernahm.	(James, 1991)
Agile Modeling	Ein Ansatz, welcher insbesondere das pragmatische Modellieren von Entwicklungsprozessen fördert und dabei auf übermäßige Dokumentation verzichtet	(Ambler, 2002)
Disciplined Agile Delivery	Ein hybrider und skalierbarer Ansatz, welcher Lean-, Agile- und DevOps-Praktiken kombiniert. Dieser Ansatz bietet die Möglichkeit, den Lebenszyklus entsprechend zu berücksichtigen.	(Ambler and Lines, 2012)
Dynamic Systems Development Method	Diese Methodik beschreibt einen ganzheitlichen, über den Lebenszyklus gültigen Ansatz, welcher auf mehrere Prinzipien, wie geschäftlicher Mehrwert und keine Kompromisse hinsichtlich Qualität, basiert.	(Stapleton, 1997)
Feature-Driven Development	Dieser Ansatz konzentriert sich darauf, ein zu entwickelndes Gesamtmodell in einzelne Funktionen oder Features zu zerlegen, um auf Basis dessen sukzessive Wert zu schaffen.	(Palmer and Felsing, 2002)
Design Thinking	Als solches keine konkrete agile Methode, jedoch oft mit agilen Methoden assoziiert. Design Thinking beschreibt einen Ansatz zur schnellen Lösung oder Ideenfindung hinsichtlich definierter Probleme. Insofern ist dieser Ansatz im Kontext des Innovationsmanagements bekannt geworden.	(Gerstbach and Gerstbach, 2020; Brown, 2008)

Die in Tabelle 2.3 gelisteten Methoden sollen als Ausgangspunkt für weitere Recherchen dienen. Ferner weisen die gelisteten agilen Methoden unterschiedliche Iterationsdauern auf. So ist die Iterationsdauer des eXtreme Programmings zum Beispiel in der Regel auf ein bis drei Wochen terminiert (Larman, 2004, S. 148). Wie Larman (2004, S. 10) konstatiert, liegt die grundsätzlich empfohlene Iterationsdauer von agilen Methoden zwischen einer und sechs Wochen. Damit können Änderungen in regelmäßigen Zeitabschnitten antizipiert und entsprechende Justierungen vorgenommen werden.

Scrum-Framework als Forschungsgegenstand

Im nachfolgenden Abschnitt wird Scrum als zentraler Untersuchungsgegenstand dieser Dissertation betrachtet. Daher werden das Scrum-Framework im Speziellen sowie die daraus abgeleiteten Skalierungsansätze in generischer Weise erläutert. Die generische Beschreibung der Skalierungsframeworks dient insbesondere der Einordnung und Diskussion der im Rahmen dieser Arbeit erzeugten Ergebnisse (vgl. Kapitel 6).

Scrum

Entwicklung von Scrum in den 1990er-Jahren

Scrum, dessen wissenschaftliche Publikation auf das Jahr 1995 zurückgeführt wird (vgl. Atzberger, 2022, S. 29; Uludağ et al., 2021, S. 125), ist den Autoren Ken Schwaber und Jeff Sutherland zugeschrieben (vgl. Sutherland, 1995; Schwaber, 1997; Sutherland and Schwaber, 2010). Indizien für die praktische Anwendung von Scrum sind bereits zuvor dokumentiert und werden auf das Jahr 1993 datiert (vgl. Sutherland, 2005, S. 94).

Der Entwicklung Scrum's geht die Kritik voraus, die im Wesentlichen auf dem Argument basiert, dass sowohl komplizierte als auch komplexe Produkte als nicht vollständig definierbar gelten, „traditionelle" Entwicklungsprozesse solche zu entwickelnde Produkte aber als formal definiert behandeln (Schwaber, 1997, S. 118), wodurch Zeit und Ressourcen überproportional in die Planungsphase der zu entwickelnden Produkte fließen (Sutherland, 2014, S. 8 f.).

Die Nutzung des Begriffs *Scrum* leitet sich aus der Veröffentlichung von Takeuchi and Nonaka (1986, S. 138) ab, deren Werk als Inspiration zur Namensgebung diente (Schwaber, 1997, S. 117;

Sutherland, 2005, S. 90). Der Ausdruck selbst stammt aus dem Rugby-Sport und dient als Metapher für eine enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit (Takeuchi and Nonaka, 1986, S. 137 f.). Ursprünglich aus der Softwareentwicklung stammend (Ovesen and Sommer, 2015, S. 87), wird Scrum heute auch in anderen Domänen und Branchen angewendet (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 7 ff.; Ciancarini et al., 2024, S. 1; Atzberger et al., 2020a, S. 6 ff.) und adressiert grundsätzlich die Entwicklungsebene der Teams.

Der Scrum Guide als primäre Referenz

Der erste offizielle Scrum Guide wurde im Jahre 2010 veröffentlicht (Sutherland and Schwaber, 2010) und beschreibt die zentralen Elemente zur Anwendung von Scrum. Im Laufe der Zeit wurde dieser mehrmalig überarbeitet und liegt aktuell in seiner jüngsten gültigen Fassung aus dem Jahr 2020 vor, (siehe Sutherland and Schwaber, 2020). Dabei stellt der Scrum Guide in der Regel die primäre Referenzquelle dar, wenn es um die Basisinhalte und die Anwendung von Scrum geht.

Methodische Einordnung des Scrum-Frameworks

Wie bereits im Unterkapitel 2.4.4 angedeutet, bestehen nach wie vor unterschiedliche Auffassungen darüber, ob Scrum definitorisch (theoretisch/wissenschaftlich) als eine Methode, eine Methodik, eine Praktik, ein Framework oder ein Prozessmodell einzuordnen ist. Dementsprechend wird Scrum mit einer Vielzahl unterschiedlicher Begriffe beschrieben (vgl. Gemino et al., 2021, S. 162; Cooper and Sommer, 2016b, S. 171; Cano et al., 2021, S. 1; Kruchten, 2013, S. 351; Atzberger et al., 2020b, S. 469; Schrof, 2023, S. 17; Bott and Mesmer, 2020, S. 76). Obgleich Uneinigkeit hinsichtlich der methodischen Einordnung von Scrum besteht, wird Scrum im Rahmen dieser Dissertationsschrift als Framework begriffen und klassifiziert.

Scrum reiht sich in das Portfolio der agilen Ansätze ein und dient gemäß Sutherland and Schwaber (2010, S. 3) sowie Rubin (2012, S. 1) dazu, innovative und komplexe Produkte zu entwickeln. Dabei basiert Scrum auf Empirie und akzeptierten Best Practices der industriellen Praxis verschiedener Domänen (Sutherland and Schwaber, 2010, S. 1). Es gilt als das am weitesten verbreitete und nachweislich wirksamste agile Framework (Lawong and Akanfe, 2024, S. 2). Scrum fördert gemäß Scrum Guide Transparenz, regelmäßige Überprüfung und Anpassung, womit es

zu einer effektiven Projektabwicklung beiträgt (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 3 f.). Der Scrum Guide deklariert Scrum als „simpel“ und beschreibt daher lediglich Elemente (z. B. Events und Artefakte), die essenziell für dessen Anwendung sind.

Beschreibung des Scrum-Frameworks

Als Ausgangspunkt zur weiteren Beschreibung Scrums soll zunächst dessen Illustration dienen. Repräsentationen der Veröffentlichungen von Tavares et al. (2019, S. 1887), Cervone (2011, S. 20 ff.), Schwaber and Sutherland (2012, S. 61), Cano et al. (2021, S. 3), Harvie and Agah (2016, S. 479), Sverrisdottir et al. (2014, S. 259), Schmidt (2019, S. 24), Schrof (2023, S. 19), Lawong and Akanfe (2024, S. 2), sowie die konkrete Beschreibung des Scrum Guides (Sutherland and Schwaber, 2020) veranschaulichen Scrum wie in nachfolgend dargestellter Abbildung 2.30.

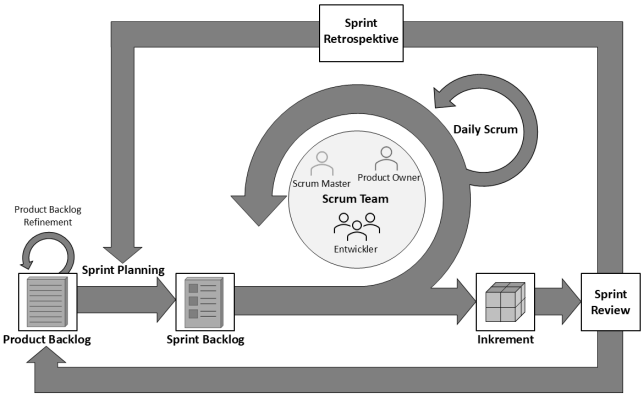


Abbildung 2.30
Visualisierung von Scrum in Anlehnung an Lawong and Akanfe (2024, S. 2)

Die Abbildung 2.30 kann insofern als methodologisches, präskriptives Modell zur Visualisierung der Prozessschritte Scrums interpretiert werden. Die Illustration umfasst daher die am Prozess beteiligten Elemente der Events (Ereignisse), der Artefakte und der Rollen. Wie bereits im Abschnitt 2.2.2 skizziert, integriert das Scrum-Framework folglich Prozesselemente.

Innerhalb der Abbildung 2.30 ist ferner die Sprintlogik innerhalb des Scrum-Frameworks zu erkennen, wobei Scrum hierzu *„vier formale Events zur Überprüfung und Anpassung innerhalb eines umspannenden Events, des Sprints.“* kombiniert (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 3). Diese Events stehen in einer logischen Abfolge zueinander. Innerhalb eines Sprints, welcher als eine

Art Container oder Gerüst angesehen werden kann, soll ein potenziell lieferbares Inkrement entwickelt werden, dass eine oder mehrere Funktionen im Kontext eines Produkts implementiert (Rising and Janoff, 2000, S. 30) und somit Wert generiert. Der Sprint stellt einen festgelegten und fixierten Zeitabschnitt dar, welcher in der Regel zwischen zwei bis vier Wochen umfasst (Hron and Obwegeser, 2022, S. 2; Žužek et al., 2020, S. 257) und empirische Prozesskontrollmechanismen inkorporiert (vgl. Schwaber and Beedle, 2001, S. 100 f.; Sutherland and Schwaber, 2010, S. 3; Schwaber, 1997, S. 117). Infolgedessen soll mit jedem Sprint ein wertschöpfender Beitrag (inkrementell) zum entwickelten Produkt erzielt werden. Es wird empfohlen, dass die Iterationsdauer der Sprints innerhalb eines Scrum-Teams konsistent gehalten wird (Mundra et al., 2013, S. 122), um organisatorische Aufwände zu minimieren und Kontinuität sicherzustellen. Im nachfolgenden sollen die einzelnen Artefakte, Events (also Ereignisse) und Rollen von Scrum erläutert werden. Zudem werden die rahmengebenden Elemente (Bezug: Framework) im weiteren Verlauf dargelegt.

Artefakt - Product Backlog

Das *Product Backlog* ist eine nach Prioritäten geordnete und emergente Liste von gewünschten Produktfunktionen (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 10) sowie weiterer Anforderungen. Dabei dient der Product Backlog der sukzessiven Erreichung eines formulierten Produktziels, welches als Commitment des Product Backlogs verstanden wird (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11). Der Product Backlog stellt die einzige Quelle von Arbeit dar und sollte gemäß Sutherland (2014, S. 173) das erste Element sein, auf Basis dessen Scrum implementiert wird.

Die im Product Backlog enthaltenen Product Backlog Items formalisieren die Wertbeiträge von Stake- und Shareholdern, und werden innerhalb des Scrum-Teams verfeinert und priorisiert (Lawong and Akanfe, 2024, S. 4). Bei den Product Backlog Items handelt es sich in der Regel um Funktionen, die einen direkten Wert für Kunden (Stakeholder) erzeugen. Nichtsdestotrotz sind auch technische Verbesserungen, Wissensakquise, Fehlerbehebungen und weitere Aspekte innerhalb des Product Backlogs integriert. Der Product Backlog ist und gilt insofern als dynami-

sches und sich ständiges veränderndes Artefakt, da sich Produktanforderungen, Priorisierungen und Schätzungen üblicherweise wandeln können (Garcia et al., 2022, S. 3). Die Aufgaben, die mit der Veränderung und Anpassung des Product Backlogs einhergehen, werden oft als *Grooming* oder *Refinement* bezeichnet (Rubin, 2012, S. 104 f.). Der prinzipielle Aufbau eines Product Backlogs sowie dessen durch den Prozess initiierten Veränderungen sollen in Abbildung 2.31 schematisch dargestellt sein.

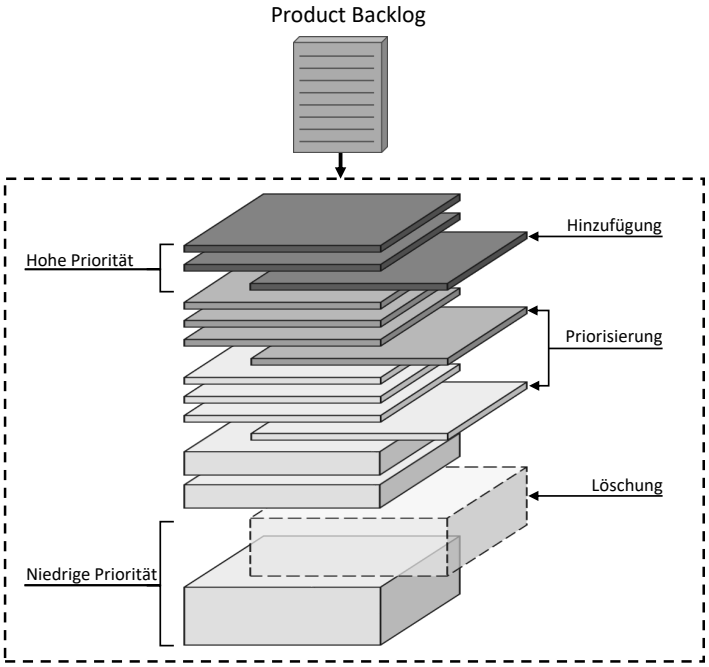


Abbildung 2.31
Schematische Darstellung eines Product Backlogs sowie dessen konstituierende Product Backlog Items in Anlehnung an Rubin (2012, S. 105); Die Product Backlog Items sind unterschiedlich priorisiert und weisen in der Regel variierende Arbeitsaufwände sowie Detaillierungsgrade auf. Der Product Backlog unterliegt stetigen Überarbeitungen (Refinement).

Wie in Abbildung 2.31 ersichtlich, können sich Product Backlog Items ändern. So führt Feedback zum Beispiel dazu, dass Anforderungen umpriorisiert und weniger nützliche Items sogar vollständig aus dem Product Backlog entfernt werden müssen. Diese Backlog-Arbeit ist Gegenstand des Product Backlog Refinements, wie bereits in Abbildung 2.30 angedeutet.

Einschub - User Stories

Ein hilfreiches Mittel zur Anforderungsbeschreibung stellen User Stories dar. Daher werden Product Backlog Items oft als User Stories formuliert, obwohl Scrum die Nutzung solcher User

Stories nicht expliziert oder vorschreibt. Das Konzept der User Stories wird Kent Beck zugeschrieben (vgl. Beck, 1999, S. 86 ff.) und ist eng mit den Prinzipien des eXtreme Programming verknüpft. User Stories beschreiben in kurz formulierter und präziser Form was ein Nutzer (User) an einem System fordert, damit es zur tatsächlich Nutzung des entwickelten Systems kommt (Cohn, 2004, S. 4). In der heutigen Anwendungspraxis wird hierzu ein *Template* verwendet, das die Elemente Rolle, Ziel und Nutzen systematisch adressiert und somit entsprechend berücksichtigt. In Anlehnung an Amna and Poels (2022, S. 2) wird die User Story wie folgt formuliert: *„Als <Rolle>, möchte ich <Ziel>, um <Nutzen>“* zu erreichen. Damit wird der Wertgehalt einer Anforderung explizit hervorgehoben, wodurch Nutzerbedürfnisse unmissverständlicher adressiert werden sollen.
Unabhängig davon,wie Anforderungen formuliert und konkretisiert werden, gilt es sicherzustellen, dass das Projektziel effektiv verfolgt wird (vgl. Chakravarty and Singh, 2023, S. 77 f.).

Artefakt - Sprint Backlog

Das *Sprint Backlog* ist *„ein Katalog von Arbeitsaufgaben, die aus dem bestehenden Product Backlog priorisiert wurden und im aktuellen Sprint entwickelt und getestet werden sollen.“*(Chakravarty and Singh, 2023, S. 78). Im Sprint Backlog sollen also diejenigen Anforderungen und Aufgaben aufgenommen werden, die hinsichtlich des potenziellen Wertbeitrags höchst priorisiert sind (Žužek et al., 2020, S. 257). Der Sprint Backlog besteht inhaltlich aus dem abgeleiteten Sprintziel (hier: Wozu), den dazugehörigen ausgewählten Product Backlog Items (Was) sowie ein Plan zur Umsetzung und Entwicklung jener Items (Wie) (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11). Dabei ist das Sprintziel das einzige Ziel des Sprints und soll über die Dauer des Sprints nichts mehr verändert werden (Rubin, 2012, S. 69). Sowohl Sprint Backlog als auch das damit verknüpfte Sprintziel sind Ergebnis des Sprint Plannings (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11).

Artefakt - Inkrement

Ein weiteres Artefakt innerhalb Scrums ist das sogenannte *Inkrement*. Inkremente sind die aus den Entwicklungsaktivitäten resultierenden Ergebnisse innerhalb eines Sprints beziehungsweise Itertationszyklus (Ovesen, 2012, S. 20). Inkremente repräsentieren additive Teilaspekte des finalen Produkts (Schmidt,

2019, S. 14) und sollen gemäß Scrum Guide direkt erfahrbar und nutzbar sein, um tatsächlichen Wert zu generieren (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11). Insofern können sie auch als Mittel zur zielgerichteten Steuerung und Justierung von Scrum-basierten Produktentwicklungsprojekten interpretiert werden. Daher wird das Konzept des Inkrements auch mit dem *Minimum Viable Product* in Verbindung gebracht (vgl. Schuh et al., 2018, S. 1 ff.; Weiss et al., 2024, S. 5), welches dem Lernen dient und zur Reduktion von Risiken beiträgt (vgl. Tavares et al., 2019, S. 1886). Die Verwendung des Artefakts zielt mitunter also weniger darauf ab, perfekt ausgearbeitete und nutzfähige Teilergebnisse zur Verfügung zu stellen (Drutchas and Eppinger, 2022, S. 158), sondern vielmehr darauf, den dynamischen Produktentwicklungsprozess gemäß der artikulierten Kundenbedürfnisse zu refokussieren. Zur Illustration der iterativ-inkrementellen Entwicklung nach Scrum wird auf Abbildung 2.32 verwiesen.

Anmerkung: Im Scrum Guide des Jahres 2010, wurde das Inkrement noch als *potentially shippable functionality* beschrieben (Sutherland and Schwaber, 2010, S. 8 ff.)

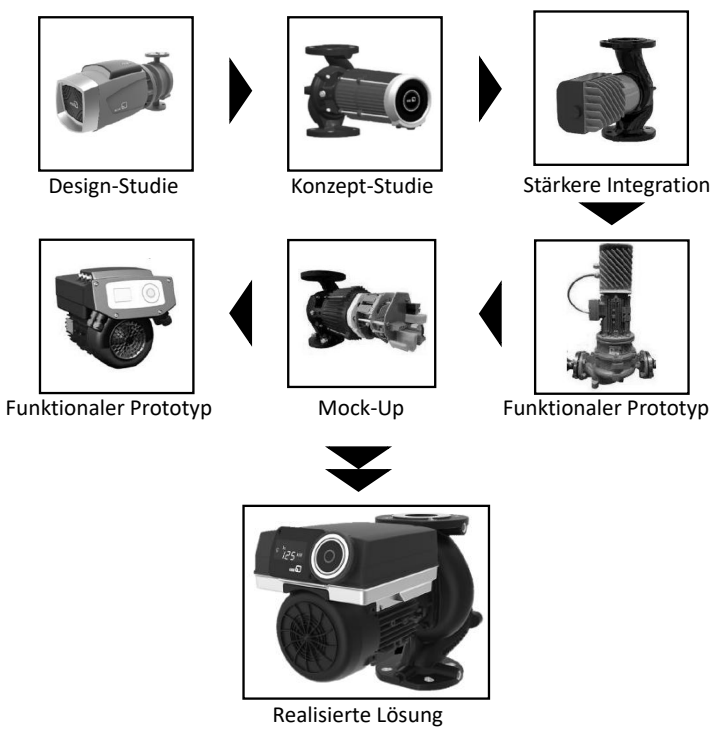


Abbildung 2.32
Illustration einer nach dem Scrum-Framework entwickelten drehzahlgeregelten Inline-Pumpe des Unternehmens KSB SE & Co. KGaA; die dargestellten Inkremente sind nicht vollständig (KSB SE & Co. KGaA, 2022); Genehmigung zur Reproduktion durch die KSB SE & Co. KGaA erhalten

In Abbildung 2.32 ist ein repräsentatives Beispiel einer Scrum-basierten Entwicklung einer drehzahlgeregelten Inline-Pumpe mit trockenlaufendem Permanentmagnet-Synchronmotor des Unternehmens KSB SE & Co. KGaA visualisiert. In Abbildung 2.32 sind nicht sämtliche entwickelten Inkremente dargestellt. Dennoch ist ersichtlich, dass im Rahmen des Produktentwicklungsprozesses mannigfaltige Adaptionen hinsichtlich des Produktziels stattgefunden haben, welche in Abbildung 2.32 durch die Gestaltänderungen illustriert ist.

Damit solche Inkremente tatsächlich entwickelt werden können unterliegen jene Inkremente einer *Definition of Done*, wobei diese *„Definition of Done eine formale Beschreibung des Zustands des Inkrements, wenn es die für das Produkt erforderlichen Qualitätsmaßnahmen erfüllt“*, ist (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 12).

Folglich sollten auch Arbeiten wie das Testen oder die Integration von Funktionalitäten als abgeschlossen gelten. Daher ist es in der Praxis von Bedeutung, derartige formelle Beschreibungen im Rahmen des Sprint Plannings und entsprechend im Sprint Backlog festzuhalten. Denn erst mit der Erfüllung jener Definition of Done wird ein Inkrement *„geboren“* (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 12). An dieser Stelle sei angemerkt, dass in der industriellen Praxis Akzeptanzkriterien definiert werden. Diese dienen der Objektivierung und ermöglichen die konkrete Verifikation (Verifizierung) von spezifizierten Anforderungen. Da die Definiton of Done oft als Checkliste konzipiert wird, können Akzeptanzkriterien inhaltliche Bestandteile dessen sein, sind jedoch dennoch von dieser zu differenzieren (vgl. Silva et al., 2017, S. 364 ff.; Kopczyńska et al., 2022, S. 2).

Da Artefakte *„als symbolische Darstellungen und physische Instanziierungen von Ergebnissen oder Teillösungen“* verstanden werden können (Gill and Hevner, 2011, S. 238) und Liefergegenstände darstellen (PMI, 2021, S. 236) sind Prozessschritte notwendig, die jene Artefakte erzeugen. Neben dem Entwicklungsprozess zur Erzeugung des Inkrements sind daher die Scrum-Events Gegenstand des folgenden Abschnitts. Gemäß Sutherland and Schwaber (2020) sind dies das Sprint Planning, das Daily Scrum, das Sprint Review sowie die Sprint Retrospektive.

Event - Sprint Planning

Das *Sprint Planning* dient der Planung der Arbeitspakete, die innerhalb eines Sprints respektive Iterationszyklus entwickelt werden sollen (Garcia et al., 2022, S. 2 f.) und initiiert den Sprint (Verwijs and Russo, 2023, S. 4). Dort wird innerhalb des Scrum-Teams diskutiert, warum der Sprint wertvoll ist und welche Ziele damit konkret verfolgt werden (vgl. Liu et al., 2019, S. 81; Sutherland and Schwaber, 2020, S. 8). Damit einhergehen die Schätzungen von Aufwänden entsprechend priorisierter Items (vgl. Weiss et al., 2024, S. 8). Durch den daraus abgeleiteten Plan für den Sprint werden die Entwicklungsschritte transparent und messbar gemacht (Böhmer et al., 2017, S. 793). Die Zeiten für das Sprint Planning variieren je nach Umfang und nehmen in der Regel mehrere Stunden in Anspruch (vgl. Cervone, 2011, S. 20; Sutherland and Schwaber, 2010, S. 11).

Event - Daily Scrum

Das *Daily Scrum* ist ein Meeting, welches täglich durchgeführt werden und nicht mehr als 15 Minuten beanspruchen soll (Cano et al., 2021, S. 6; Garcia et al., 2022, S. 3; Harvie and Agah, 2016, S. 479). Innerhalb dieses Meetings werden Informationen hinsichtlich des Sprintziels geteilt (Stray et al., 2016, S. 101; Rubin, 2012, S. 23). Die Daily Scrums sollen sofern möglich immer zur gleichen Uhrzeit und am gleichen Ort abgehalten werden (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 9). Die Daily Scrums *„verbessern die Kommunikation, zeigen Hindernisse auf, fördern eine schnelle Entscheidungsfindung und machen somit andere Meetings überflüssig“* (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 9).

Event - Sprint Review

Das *Sprint Review* ist ein wiederkehrendes Meeting am Ende eines jeden Sprints. Das Sprint Review dient der Einholung von Feedback (Hron and Obwegeser, 2022, S. 2; Ciancarini et al., 2024, S. 26; Sutherland and Schwaber, 2020, S. 9), um die Zielerreichung und die Zufriedenheit der Stakeholder zu ermitteln. Anders formuliert greift das Event auf einen Mechanismus zurück, welcher Anpassungen hinsichtlich der Bedürfnisse jener Stakeholder ermöglicht. Dies stellt im weitesten Sinne eine Validierung der erzielten Sprintergebnisse dar. Das Sprint Review sollte in der Regel nicht länger als vier Stunden andauern.

Event - Sprint Retrospektive

Ein zeitlich ähnliches, jedoch in seiner Zielsetzung abweichendes Meeting ist die Sprint Retrospektive. In der Sprint Retrospek-

tive wird der letzte Iterationszyklus reflektiert, was dem Lernen und der Verbesserung des Teams dienen soll (vgl. Eckhart and Feiner, 2016, S. 26; Ammersdörfer et al., 2023, S. 1686 f.; Duehr et al., 2021, S. 3073). Der Fokus der Retrospektive innerhalb Scrums liegt insbesondere auf der Steigerung von Qualität und Effektivität, weshalb das Team kritisch prüft, wie die Prozesse abgelaufen sind oder das Verhalten der Personen wahrgenommen wurde (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 10). Daher sollen die identifizierten Inhalte nicht nur diskutiert, sondern auch entsprechende Schlussfolgerungen daraus gezogen werden. Positive Aspekte sollen jedoch gleichermaßen gewürdigt werden (vgl. de O. Melo et al., 2013, S. 419). Nichtsdestotrotz weisen Ng and Kuduk (2024, S. 855) darauf hin, dass eine intrinsisch motivierte und aktive Beteiligung der Teammitglieder wichtig ist und der Fokus gerade nicht nur auf negative Aspekte des Prozesses liegen soll. Gemäß Sutherland and Schwaber (2020, S. 10) soll dieses Event maximal drei Stunden lang andauern.

Die am Scrum-Prozess (vgl. Abbildung 2.30) beteiligten Rollen werden im Folgenden erläutert. Sie umfassen den Product Owner, den Scrum Master und die Entwickler (Developer).

Rolle - Product Owner

Der *Product Owner* ist gemäß Sutherland and Schwaber (2020, S. 5 ff.) essenziell, da er für die Maximierung des Wertes des Produkts verantwortlich ist. Daher interagiert der Product Owner mit Stakeholdern, um Marktbedarfe zu verstehen und zu formulieren (vgl. Magnussen et al., 2024, S. 1158.

Die Kommunikation zu Stakeholdern sowie der Aufbau eines Verständnisses ist deshalb wichtig, weil Stakeholder divergierende oder konkurrierende Interessen (sogenannte Zielkonflikte) haben können. Insofern erstellt, priorisiert und kommuniziert der Product Owner die Product Backlog Items (Bass, 2013, S. 154; Sverrisdottir et al., 2014, S. 260) und sorgt somit zum Beispiel für ein gemeinsames Verständnis hinsichtlich des Produktziels (Verwijs and Russo, 2023, S. 12; Kantola et al., 2022, S. 2). Wie Sutherland (2014, S. 177) skizziert, sollte der Product Owner jedoch Führung (Einflussnahme) durch Überzeugungsarbeit und nicht durch Zwang ausüben. Wie Sutherland (2014, S. 179) konstatiert wird *„oft das Fachwissen des Teams die Entscheidung be-*

einflussen, die der Product Owner treffen muss.“
Wie Kadenic et al. (2023a, S. 8) formulieren, stellt sich insbesondere die Balancierung aus geschäftsorientierten und architektonisch-technischen Erfordernissen als Herausforderung dar, da der Product Owner eine Schnittstellenfunktion zur Organisation einimmt. Daher weist der Scrum Guide darauf hin, dass der Erfolg des Product Owner davon abhängt, ob die gesamte Organisation seine Entscheidungen respektiert (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 6). Ferner legt der Scrum Guide fest, dass der Product Owner eine einzelne Person und kein Komitee sein soll.

Rolle - Scrum Master

Eine weitere Rolle innerhalb Scrums ist der sogenannte *Scrum Master*, welcher für die Umsetzung von Scrum verantwortlich ist (Verwijs and Russo, 2023, S. 5). Hierbei geht es zum Beispiel darum, verankerte Praktiken und Regeln des Scrum Guides zu etablieren (Srivastava and Jain, 2017, S. 293). Der Rolle des Scrum Masters werden manchmal zusätzliche Funktionen, wie die des Moderators oder Coaches, zugeschrieben (Holtzhausen and de Klerk, 2018, S. 873). Dies liegt unter anderem daran, dass der Scrum Master auch bei der internen Kommunikation zwischen Teammitgliedern unterstützt (Karabiyik et al., 2020, S. 1). Oft wird der Scrum Master jedoch als Befähiger für agiles Arbeiten interpretiert (Spiegler, 2021, S. 66; Karabiyik et al., 2020, S. 5). Daher werden diesem die Eigenschaften eines Servant Leaders (dienende Führung) attestiert (Shastri et al., 2017, S. 2). In Summe attribuiert der Scrum Guide dem Scrum Master mannigfaltige Aufgaben, wie das Beseitigen von Hindernissen, das Trainieren und Adaptieren von Scrum sowie die Gewährleistung der Durchführung aller Prozessschritte innerhalb Scrums (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 6 f.).

Rolle - Entwickler

Die letzte, im Scrum Guide genannte Rolle, ist die der *Entwickler* (Developer), welche sich gemäß Sutherland and Schwaber (2020, S. 5) *„in jedem Sprint für die Erstellung eines beliebigen Aspekts eines nutzbaren Inkrements einsetzen. Die von den Entwicklern benötigten spezifischen Fähigkeiten sind oft breit gefächert und variieren je nach Arbeitsbereich.“* Folglich ergibt sich hieraus, dass die Entwickler im Wesentlichen dafür verantwortlich sind, den inhaltlichen Wertgehalt des Inkrements zu erzeugen.

ⓘ Konzeptualisierung der Artefakte, Events und Rollen als *Basiselemente* des Scrum-Frameworks

Zusammenfassend können die Artefakte, Events und Rollen als *Basiselemente* von Scrum konzeptualisiert, um bereits an dieser Stelle eine Verbindung zum Ergebnisteil des Unterkapitels 5.3 zu substanziieren.

Weitere Beschreibungen innerhalb Scrums

Neben den bereits beschriebenen Basiselementen werden innerhalb des Scrum Guides weitere Elemente adressiert. In Übereinstimmung mit den allgemein anerkannten Werten und Prinzipien des Agilen Manifests (Beck et al., 2001) werden beispielsweise die Werte Commitment, Fokus, Offenheit, Respekt und Mut vorausgesetzt (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 4). Darüber hinaus werden innerhalb Scrums in Abhängigkeit der zugrunde gelegten Referenz selbstorganisierte, autonome oder selbstgesteuerte Teams postuliert (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020, S. 4; Masood et al., 2022, S. 1584; Verwijs and Russo, 2023, S. 2; Larman, 2004, S. 109). Ferner wird im Scrum Guide auf die empirischen Säulen wie die der Transparenz und der Anpassung verwiesen. Insofern erscheint die Scrum-Anwendung wie durch den Scrum Guide selbst postuliert simpel. Dies steht, wie bereits in Kapitel 1 thematisiert, jedoch nicht im Einklang mit den Anpassungserfordernissen und -notwendigkeiten der industriellen Praxis, weshalb das theoretische Fundament durch Forschung und Wissenschaft gleichermaßen kritisiert wird.

Forschungsdefizite hinsichtlich des Scrum-Frameworks

Im Folgenden sollen die in Kapitel 1 skizzierten Problemstellungen aufgegriffen und die aktuell bestehenden Forschungsdefizite eingehender herausgearbeitet und erörtert werden.

Wie bereits beschrieben sind agile Ansätze, Methoden und auch Scrum stark praxisgetrieben, wodurch theoretisch fundierte Grundlagen fehlen. Dadurch sehen sich sowohl Praktiker als auch Akademiker mit zunehmenden Anpassungsschwierigkeiten konfrontiert (vgl. Palopak et al., 2023; Palsodkar et al., 2023; Nicklas et al., 2021; Michalides et al., 2024; Linse and Lilliesköld, 2025). Im Kontext Scrums liegt dies unter anderem daran, dass die Wirkmechanismen unbekannt sind (vgl. Heimicke et al., 2019, S. 2205; Michalides et al., 2024, S. 305 ff.), gleichzeitig aber die Einschränkungen der Körperlichkeit und der Skalierung (vgl. Schmidt, 2019; Schrof, 2023) außerhalb der sogenannten *Sweet Spot*-Bedingungen (vgl. Kruchten, 2013, S. 356) Berücksichti-

gung finden müssen. Darüber hinaus müssen die aus dem Englischen stammenden Begriffe für den deutschsprachigen Raum übersetzt und adäquat interpretiert werden.
So wirken sich die Einschränkungen der Körperlichkeit zum Beispiel in der Entwicklung und Gestaltung des Inkrements aus. Im Kontext der agilen Entwicklung und folglich auch in der Anwendung Scrums, können Prototypen als ein Typus des Inkrements verstanden werden (vgl. Nicklas et al., 2020, S. 1497; Schuh et al., 2018, S. 7 ff.; Weiss et al., 2023, S. 15), wobei diese einer iterationsgerechten (gemäß Sprintlänge) Anpassung bedürfen. Damit einhergeht auch die Anpassung der Funktionsumfänge, welche im Rahmen eines Sprints entwickelt werden können.
Wie van Can and Dalpiaz (2024, S. 319) darüber hinaus konstatieren, mangelt es der industriellen Praxis an der Vollständigkeit von Product- und Sprint Backlogs, deren Basis die Entwicklung ist. Einerseits müssen im Rahmen der Mechatronikentwicklung zum Beispiel deutlich zahlreichere nicht funktionale Anforderungen Berücksichtigung finden (Weiss et al., 2024, S. 1). Andererseits müssen Definitions of Done konsequent angewendet und expliziert werden. Damit einher geht, dass die Backlogeinträge (z. B. Anforderungen und Spezifikationen) durchgängig motiviert werden müssen, damit es nicht zu Kommunikationsproblemen hinsichtlich des Wertgehaltes kommt (van Can and Dalpiaz, 2024, S. 319). Diese aus der Körperlichkeit resultierenden Herausforderungen verschärfen sich im Kontext der Scrum-Anwendung insbesondere dann, wenn es darüber hinaus zu Führungskonflikten in der oft vorherrschenden hierarchischen Struktur von Unternehmen kommt (Thiele et al., 2020, S. 751). Diese und weitere grundsätzlich formulierte Adaptionsbedarfe sind bereits des Öfteren aufgezeigt oder problematisiert worden (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 16 ff.; Cano et al., 2021, S. 1 ff.; Drutchas and Eppinger, 2022, S. 154 ff.; Atzberger, 2022, S. 74; Linse and Lilliesköld, 2025, S. 13).
Dieser Sachverhalt verkompliziert sich jedoch weiter, wenn mehrere Scrum-Teams (im Zusammenhang mit der Skalierung) an einem gemeinsamen Ziel arbeiten. Insbesondere im Kontext der Skalierung muss die in Scrum postulierte Freiheit mit den or-

ganisatorischen Bedürfnissen des Unternehmens harmonisiert werden (vgl. Moe et al., 2021, S. 101). Dies gilt zwar grundsätzlich auch für die Teamebene von Scrum, auf der Projektebene gilt dies aber im besonderen Maße, da sich potenziell gemachte Fehler fortpflanzen können. So müssen zum Beispiel komplexe Projektaufgaben adäquat zerlegt (Putta et al., 2021, S. 183), aber auch Elemente und deren Wirkmechanismen verstanden werden, was mitunter eine Herausforderung darstellen kann (vgl. Kalenda et al., 2018, S. 9.). Solche Probleme sind nicht nur interpretativer Natur, sondern auch ein Problem operativer Implementierung (vgl. Atzberger, 2022, S. 82 ff.).
Solche Anpassungen fallen in der Regel in den Zuständigkeitsbereich von Führung und Management und sind daher zunächst von der eigentlichen „handwerklichen" Entwicklungsaufgabe getrennt. Deshalb sind Konzeptualisierungen oder Erklärungsversuche von Scrum mittels PDCA-Zyklus (Plan-Do-Check-Act-Zyklus) wie durch Schneider (2015, S. 75), Klein (2016, S. 62) und Scharold and Paetzold (2024, S. 454) nur bedingt geeignet, da der *Basisprozess* von Scrum gerade nicht als kontinuierlicher Verbesserungsprozess übersetzt werden sollte. Aus Sicht des Autors dieser Arbeit erschwert dies den Anpassungsbedarf erheblich, da mögliche Wirkmechanismen von Führung und Management ignoriert werden könnten. Da die Menschen als Problemlöser im Kontext von Führung insbesondere im Fokus stehen, betrifft dies zum Beispiel Herausforderungen hinsichtlich Zielausrichtungen und Kommunikationsstrukturen (vgl. Sithambaram et al., 2021, S. 7 ff.), effektive Teamgrößen und Teamschnitte (Stray et al., 2018, S. 3 f.), Mindsetaspekte (vgl. Barros et al., 2024, S. 1 ff.; Dikert et al., 2016, S. 95), aber auch die Interpretation von Selbstorganisation und Handlungsfreiheit gemäß dem Manifest für agile Softwareentwicklung (Beck et al., 2001). Obgleich solche Aspekte bereits im Kontext der Skalierung inhärent oder indirekt mittels Skalierungsframeworks adressiert werden, bleiben die Wirkmechanismen nach wie vor unaufgedeckt. Ein erster Schritt zur Auflösung solcher Problematiken im Kontext der Entwicklung von Automobilen ist mit der Arbeit von Schrof (2023) erfolgt. Nichtsdestotrotz muss das Scrum-Framework als Grund-

lage der Skalierung besser verstanden werden. Dies betrifft wie bereits in der Einleitung erwähnt zum Beispiel Modalitäten, wie und in welchem Kontext Führung wirkt.
Da im Kontext dieser Arbeit auch die Skalierungsframeworks auf Basis von Scrum behandelt werden, sollen diese fortfolgend ergänzend dargestellt und abschließend erläutert werden, ehe das konsolidierte Fazit (siehe Abschnitt 2.5) gezogen wird.

Skalierungsframeworks auf Basis von Scrum

Das agile Scrum-Framework hat sich als Quasi-Standard etabliert. Es verwundert daher nicht, dass unterschiedliche Ansätze zur Skalierung von Scrum-Teams existieren.

Exkurs Begriffsverständnis

Grundsätzlich soll unter Skalierung in dieser Arbeit eine Zusammenarbeit verstanden werden, die eine parallele, verteilte und aufgeteilte Entwicklung in Folge eines größeren oder umfangreicheren Projekts erforderlich macht (vgl. Schrof et al., 2020, S. 718). Im Kontext der agilen Produktentwicklung kann dies als die kollaborative Zusammenarbeit mehrerer agiler Teams verstanden werden, die im Rahmen eines übergeordneten Projekts oder einer gemeinsamen Vision ein oder mehrere gemeinsame Produkte entwickeln (vgl. Michalides et al., 2023b, S. 94). Weitere und ergänzende Ausführungen zum Verständnis der Skalierung agiler Ansätze finden sich in Bosch and Bosch-Sijtsema (2010), Dingsøyr et al. (2014), Dikert et al. (2016), Edison et al. (2022) und Moe et al. (2024) wieder.
Unter Berücksichtigung dieses Begriffsverständnisses sollen fortfolgend die wichtigsten Skalierungsframeworks auf Basis von Scrum im Kontext dieser Arbeit beschrieben werden.

SoS - Scrum of Scrums

Scrum of Scrums (SoS) ist eines der ersten publizierten Ansätze zur Skalierung von Scrum-Teams (vgl. Uludağ et al., 2021, S. 127), dessen erste Erwähnungen in Sutherland (2001, S. 10) und Sutherland (2005, S. 90 ff.) dokumentiert sind. Das Ziel des SoS ist es, durch eine möglichst einfache Struktur sowohl die Interaktionen als auch den Informationsaustausch zwischen Scrum-Teams zu fördern, ohne dabei die durch die Scrum-Implementierung propagierten Vorteile zu beeinträchtigen. Eine Darstellung des Scrum of Scrums sei in Abbildung 2.33 gezeigt.

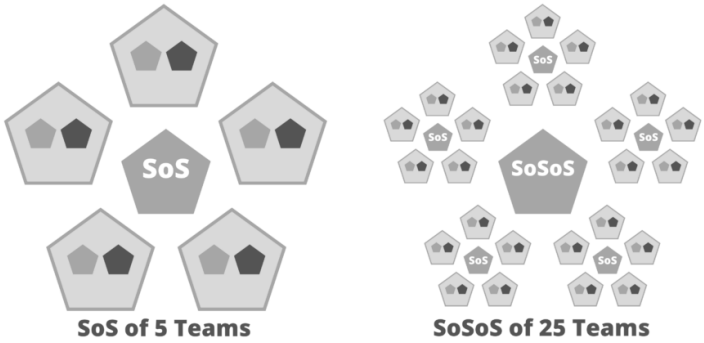


Abbildung 2.33
Illustration eines Scrum of Scrums gemäß der Scrum Inc. (Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 8); Genehmigung zur Reproduktion durch die Scrum Inc. erhalten

In Abbildung 2.33 werden die Scrum-Teams durch Fünfecke dargestellt, wobei die dunkelgrauen Polygone innerhalb der Fünkecke die Product Owner und die hellgrauen die Scrum Master repräsentieren. Am Scrum of Scrums Meeting partizipieren gemäß dem Beispiel die Scrum Master der jeweiligen Scrum-Teams, insbesondere wenn Aufgaben besprochen werden, die die Rollen der Scrum Master betreffen. Das Scrum of Scrums Meeting wird in analoger Art und Weise mit Product Ownern durchgeführt (vgl. Klein, 2016, S. 65). Gemäß Sutherland (2001, S. 10) und Dingsøyr et al. (2022, S. 24) werden also übergreifende Team-Meetings abgehalten, um Interdependenzen zu managen. Dies ist wichtig, damit ein integriertes Set an Inkrementen am Ende eines Sprints entwickelt und somit entstehen kann.
Das Scrum of Scrums gilt jedoch nicht als vollständiges Skalierungsframework, weshalb diese formelle Struktur auch innerhalb des Skalierungsframeworks Scrum@Scale (S@S) wiederzufinden ist (vgl. VersionOneInc, 2021, S. 16), welches nachfolgend thematisiert wird.

S@S - Scrum@Scale

Das Skalierungsframework S@S ist ein gesamtheitlicher Ansatz zur Skalierung, welcher darauf abzielt, dies zu erreichen, *„indem es eine Struktur einrichtet, die die Funktionsweise eines einzelnen Scrum-Teams auf natürliche Weise auf ein Netzwerk ausweitet und deren Managementfunktion innerhalb einer minimalen lebensfähigen Bürokratie (MVB) besteht“* (Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 2). Damit soll verhindert werden, dass verlangsamende Mechanismen inkorporiert werden. Das Minimum an lebensfähiger Bü-

rokratie ist daher durch Sutherland and Scrum Inc. (2021, S. 2) wie folgt definiert: *„Das Minimum an lebensfähiger Bürokratie ist definiert als die geringstmögliche Anzahl von Leitungsorganen und Prozessen, die zur Erfüllung der Funktion(en) einer Organisation erforderlich sind, ohne die Bereitstellung von Kundennutzen zu behindern."*
Der Scrum@Scale Guide bietet ein Rahmenwerk, welches in dessen Referenzkonfigurationen aus zwei Zyklen besteht, siehe Abbildung 2.34.

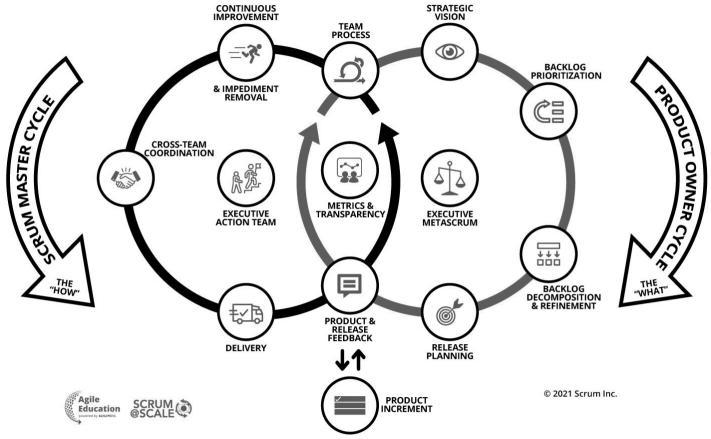


Abbildung 2.34
Illustration des S@S-Frameworks gemäß der Scrum Inc. (Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 4); Genehmigung zur Reproduktion durch Scrum Inc. erhalten

Demgemäß sind die zwei Zyklen zentraler Bestandteil des ganzheitlichen Frameworks, denen unterschiedliche Verantwortlichkeiten zugewiesen werden, namentlich der Product-Owner-Zyklus (Was) und der Scrum-Master-Zyklus (Wie).
Wie in Abbildung 2.34 dargestellt, überschneiden sich diese beiden Zyklen an zwei definierten Stellen. Zum einen erfolgt an diesen Stellen die Harmonisierung der Teamprozesse, zum anderen werden hier verschiedene Produktfeedbacks orchestriert (Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 17). Dementsprechend wird das Feedback zwischen dem Product Owner und dem Scrum Master diskutiert, um sicherzustellen, dass die Anforderungen sukzessive erfüllt werden können.
Wie in Abbildung 2.34 ebenfalls ersichtlich, existieren weitere Elemente gegenüber dem Scrum-Guide. Dies sind zum Beispiel das Executive Action Team, welches für Transformationsbemühungen verantwortlich ist (Sutherland and Scrum Inc., 2021,

S. 3) oder der Executive Meta Scrum, in dem strategische Prioritäten gemanaget werden (Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 14 ff.). Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass weitere Komponenten, wie beispielsweise Customer Relationship Management oder Compliance, integriert werden können (vgl. Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 19), um der Organisation gemäß ihres Bedarfs, Anpassungsmöglichkeiten zu bieten.

LeSS - Large-Scale Scrum

Ein weiteres bekanntes Skalierungsframework ist Large-Scale Scrum (LeSS). Der Guide schlägt je nach Teamanzahl respektive Personenanzahl zwei Skalierungsansätze vor, die in LeSS und LeSS Huge unterteilt werden (Larman and Vodde, 2019, S. 1). Wie auf den fortfolgenden Seiten beschrieben wird, bleibt das Artefakt eines Product Backlogs für alle Teams erhalten. Ferner wird für alle Teams eine ganzheitliche Definition of Done formuliert sowie ein potenziell lieferbares Inkrement definiert. Nichtsdestotrotz verweisen Larman and Vodde (2019, S. 8) darauf, dass ab gewissen Größen, weitere Rollen und Anpassungen, wie zum Beispiel die des Area Product Owners nötig werden können. In Abbildung 2.35 sei das LeSS-Framework veranschaulicht, in der das LeSS Huge-Framework nicht dargestellt ist.

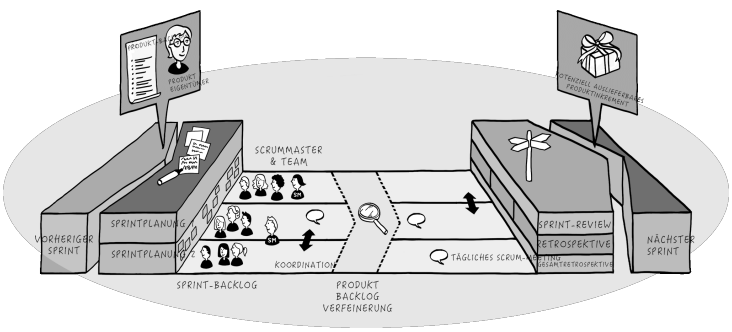


Abbildung 2.35
Illustration des LeSS-Frameworks gemäß The LeSS Company B.V. (Larman and Vodde, 2019, S. 8); Genehmigung zur Reproduktion durch The LeSS Company B.V. erhalten

Wie in Abbildung 2.35 veranschaulicht, sind zwei Sprint Plannings übereinandergestapelt dargestellt. Das aus dem Scrum-Guide bekannte Sprint Planning wird hierbei in zwei verschiedene Teile aufgelöst (vgl. Larman and Vodde, 2019, S. 2), wobei der erste Teil alle Teams betrifft und der zweite innerhalb der Teams stattfindet. Ergänzend zum Scrum Guide wird ein übergreifendes Product Backlog Refinement, zusätzliche Koor-

dinationsmechanismen sowie eine übergreifende Retrospektive implementiert, sodass Interdependenzen adäquate Berücksichtigung finden. Diese Notwendigkeit der Ergänzung von Elementen liegt darin begründet, dass *„Scrum den Sweet Spot zwischen abstrakten Prinzipien und konkreten Vorgehensweisen trifft […] Für große Gruppen trifft LeSS den Sweet Spot zwischen definierten konkreten Elementen und empirischer Prozesskontrolle“* wie Larman and Vodde (2019, S. 3) schildern.

In dieser Hinsicht präzisiert der LeSS-Guide ausschließlich jene Elemente zur Skalierung von Scrum-Teams, die aus Sicht der Autoren als unerlässlich erachtet werden.

Nexus™

Ein weiteres Skalierungsframework ist Nexus, welcher im gleichnamigen Guide beschrieben wird und zur Entwicklung von skalierten Produktinitiativen dient (Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 2 ff.). Gemäß Schwaber and ScrumOrg (2021, S. 4) hilft das Framework *„übliche Herausforderungen bei Skalierung zu lösen, wie die Reduzierung von teamübergreifenden Abhängigkeiten, Bewahrung des Selbstmanagements und der Transparenz der Teams und Sicherstellung von Ergebnisverantwortlichkeit. Nexus hilft dabei, Abhängigkeiten transparent zu machen. Diese Abhängigkeiten werden oft verursacht durch Unstimmigkeiten in Bezug auf“* die Struktur des Produkts und die Struktur der Kommunikation. Dies liegt darin begründet, dass die Komplexität eines Systems typischerweise mit der Anzahl der beteiligten Elemente steigt. Wie in Abbildung 2.36 illustriert, baut Nexus ebenfalls auf dem Scrum-Framework auf und erweitert dieses durch Artefakte, Events und Ergebnisverantwortlichkeiten (Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 5).

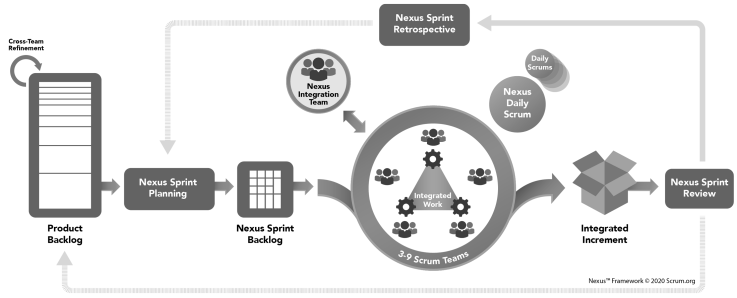


Abbildung 2.36
Illustration des Nexus™-Frameworks gemäß Ken Schwaber und Scrum.org™ (Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 5); Genehmigung zur Reproduktion durch Scrum.org™ erhalten

Das in Abbildung 2.36 gezeigte Nexus Integration Team ist beispielsweise dafür verantwortlich, dass das final integrierte Produkt am Ende jedes Sprints erstellt wird (Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 6). Die Nexus-Erweiterungen dienen der Schnittstellenkoordination, der Auflösung von Integrationsproblemen sowie dem Erreichen eines Nexus-Sprint-Ziels in grundsätzlich analoger Logik zum Scrum-Framework. Das Integrated Inkrement stellt hierbei die Summe aller integrierter Arbeit dar und muss ebenfalls die designierte und kommunizierte Definition of Done erfüllen (Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 10).

SAFe® - Scaled Agile Framework

Das Skalierungsframework Scaled Agile Framework (SAFe) stellt gegenwärtig den am weitesten verbreiteten Rahmen zur Skalierung agiler Entwicklung dar und betrifft sowohl die Software- als auch die Hardwareentwicklung (vgl. Michalides et al., 2023b, S. 1169; VersionOneInc, 2021, S. 16; Edison et al., 2022, S. 8). SAFe basiert ebenso wie SoS, Nexus, LeSS und S@S auf Scrum. Mittlerweile existieren verschiedene Konfigurationen des SAFe-Frameworks (z. B. Essential, Portfolio, Large Solution), welche verschiedene Ausmaße (z. B. Kernkompetenzen hinsichtlich Produktliefergegenständen oder organisationsweite Skalierung und Transformation) adressieren (Scaled Agile, 2024).
Dabei stellt das Scaled Agile Framework eine *„Online-Wissensbasis mit bewährten, integrierten Prinzipien, Praktiken und Kompetenzen zur Umsetzung von Lean, Agile und DevOps im großen Maßstab“* dar (Scaled Agile, 2021, S. 3). Ein aktueller Überblick zu den verschiedenen Konfigurationen ist auf der Website gegeben (Scaled Agile, 2024). Im Kontext dieser Arbeit soll sowohl das Gesamtbild als auch die Essential-Konfiguration vorgestellt und visualisiert werden, siehe Abbildung 2.37 und Abbildung 2.38.
Wie in Abbildung 2.37 und Abbildung 2.38 dargestellt, basiert das Framework auf grundlegenden Werten und Prinzipien. Diese leiten sich einerseits aus dem Manifest für agile Softwareentwicklung und andererseits aus den von Scaled Agile (2021, S. 7) dokumentierten Ergänzungen ab. Ein zentraler Aspekt ist dabei die Internalisierung des Lean-Agile-Mindsets sowie der damit verbundenen Lean-Agile-Führungsprinzipien (vgl. Scaled Agile, 2021, S. 5 f.).

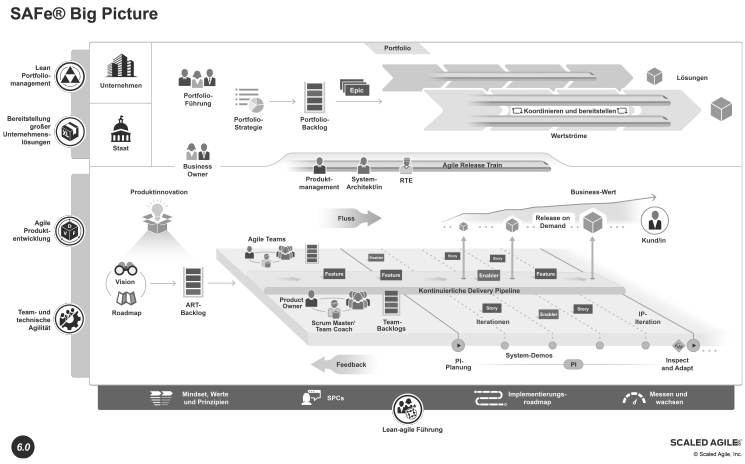


Abbildung 2.37
Illustration des Gesamtbildes des SAFe®-Frameworks gemäß Scaled Agile (2024); Genehmigung zur Reproduktion durch Scaled Agile, Inc. erhalten; SAFe und Scaled Agile Framework sind registrierte Trademarks der Scaled Agile, Inc.

Im Kontext der Abbildung 2.37 wird ersichtlich, dass SAFe ein Rahmenwerk zur Erreichung von Businessagilität bietet, indem verschiedene Ebenen adressiert werden, wie die der Teamebene, der Produktebene oder gar die der Portfolio- und Managementebene. Damit werden verschiedenste Events und Rollen integriert. Bei den Events werden beispielsweise Programm Increment Plannings (PI-Planning) und System-Demos durchgeführt. Rollen wie die des Release Train Engineer´s (RTE) oder des Business Owner´s werden ergänzt.
In der Essential-Konfiguration (Abbildung 2.38) sind die ergänzenden Elemente detaillierter aufgelöst.

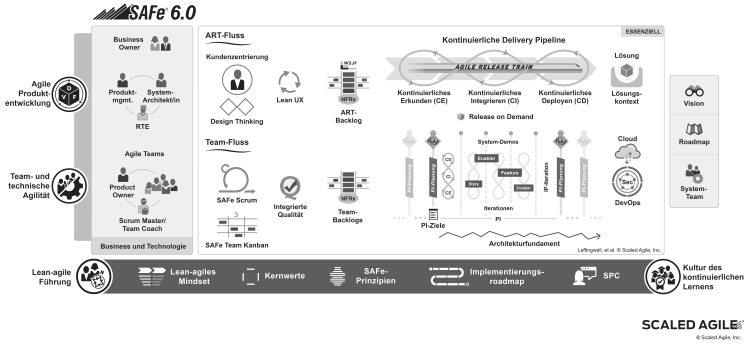


Abbildung 2.38
Illustration des SAFe®-Frameworks in der Essential-Konfiguration gemäß Scaled Agile (2024); Genehmigung zur Reproduktion durch Scaled Agile, Inc. erhalten; SAFe und Scaled Agile Framework sind registrierte Trademarks der Scaled Agile, Inc.

In Abbildung 2.38 wird zwischen Teamebene und Produktebene differenziert. Auf der Teamebene sind die entsprechenden Scrum-Teams verortet. Ein zentrales Element auf Produktebene zur kontinuierlichen Bereitstellung von Inkrementen ist der Agile Release Train (ART). Gemäß Glossar des Scaled Agile (2024) ist der *„Agile Release Train (ART) ein langlebiges Team von Agile-Teams, das inkrementell eine oder mehrere Lösungen in einem Entwicklungswertstrom entwickelt, liefert und oft auch betreibt."*
Es werden daher alle benötigten Kompetenzen innerhalb der Teams vereint (Scaled Agile, 2021, S. 11 f.). Wie in Abbildung 2.38 dargestellt, unterscheidet das Framework zwischen zwei Backlogs (ART-Backlog, Team-Backlog), die explizit auch Non-Functional Requirements (NFRs) einbeziehen. Die sogenannten Non-Functional Requirements sind insbesondere in der Entwicklung physischer Produkte von immanenter Wichtigkeit (vgl. Weiss et al., 2024, S. 1).
Im Rahmen der kontinuierlichen Lieferung von Wert respektive Inkrementen, wird die grundsätzliche Logik von zeitlich fixierten Iterationen beibehalten, dennoch werden übergreifende Elemente wie das PI-Planning oder die System-Demos eingebunden. Dabei bietet die System-Demo gemäß Glossar des Scaled Agile (2024) den *„Stakeholdern einen integrierten Überblick über die neuen Funktionen der letzten Iteration, die von allen an ART beteiligten Teams geliefert wurden. Jede Demo bietet eine objektive Messung des Fortschritts und die Möglichkeit, Feedback zu geben."*
In Abbildung 2.38 rechts dargestellt, sind ferner Bezüge zur strategischen Ebene illustriert. Die Roadmap stellt hierbei einen groben Zeitplan dar, welcher gewisse Ereignisse, Entscheidungspunkte und Meilensteine abbildet und kommuniziert (vgl. PMI, 2021, S. 250). Die Vision ist eine strategisch-mentale Zielperspektive, um Erfolgspotenziale zu erschließen und zu erschöpfen (vgl. Gausemeier and Plass, 2014, S. 13). Die Berücksichtigung dieser Elemente soll die Durchgängigkeit zwischen verschiedenen Unternehmensebenen sicherstellen. Dies wird in der Abbildung durch die auf den jeweiligen Ebenen definierten Rollen des Product Owners, des Produktmanagers und des Business Owners verdeutlicht.

Auch wenn in Abbildung 2.37 und in Abbildung 2.38 nicht derartig konkretisiert, beinhaltet das SAFe-Framework ebenfalls Scrum of Scrum Meeting´s (vgl. Gustavsson et al., 2022, S. 31).

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass all diesen Skalierungsansätzen gemein ist, dass das Scrum-Framework eine fundamentale Grundlage bildet. Daher betonen die Autoren, dass die korrekte Anwendung von Scrum unerlässlich ist, da sich Fehler in diesem Kontext fortpflanzen können (vgl. Larman and Vodde, 2019, S. 1; Sutherland and Scrum Inc., 2021, S. 3; Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 11). Zur vertiefenden Auseinandersetzung mit den auf Scrum basierenden Skalierungsframeworks wird auf die entsprechenden Publikationen oder auf anderweitige Leitfäden (z. B. PMI and Agile Alliance, 2017) verwiesen. Dadurch wird die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisdiskussion im Kapitel 6 erleichtert. Ein initialer Vergleich bekannter Skalierungsframeworks ist ferner in Edison et al. (2022) gegeben.

2.5 Schlussfolgerungen und Fazit

Gegenstand des Kapitels 2 war die Darstellung der für diese Arbeit notwendigen theoretischen Grundlagen in den Bereichen Projektmanagement (Abschnitt 2.1), Produktentwicklung (Abschnitt 2.2), Kontext und Randbedingungen (Abschnitt 2.3) sowie des umfassenden Themengebietes der Agilität. Innerhalb des Abschnitts 2.4 wurden die auf dem Konzept der Agilität basierenden Themenfelder erörtert. Gemäß des Trichteransatzes der Abbildung 2.1 wurde das Scrum-Framework als zentraler Untersuchungsgegenstand fokussiert und die darauf basierenden Skalierungsframeworks vorgestellt. Im Rahmen der Darstellung relevanter Sachverhalte wurden ferner kritische Gedanken des Autors dieser Arbeit formuliert und Forschungsdefizite artikuliert. Nachfolgend werden die wesentlichen Erkenntnisse der herausgearbeiteten Forschungsdefizite konsolidiert, womit zugleich die in Kapitel 1 formulierte Problemstellung und Zielsetzung dieser Arbeit substanziiert wird.

Es ist zu konstatieren, dass weiterhin Bedarf an methodischer

Unterstützung bei der Anpassung und Operationalisierung des Agilitätskonzepts an die spezifischen Anforderungen der produktentwickelnden Industrie besteht (vgl. Linse and Lilliesköld, 2025, S. 12 f.; Weiss et al., 2023, S. 5). Wie Kantelberg (2018, S. 104) formuliert *„kann das unsystematische Vorgehen in der agilen Entwicklung technischer Produkte demnach als zentrales Praxisdefizit festgehalten werden."* Dies gilt gleichermaßen für die Anwendung von Scrum als Anwendungsstandard der industriellen Praxis in nicht-skalierten und skalierten Anwendungsumgebungen.

Mangelndes theoretisches Fundament von Agilität

Eine Ursache dafür ist, dass sich agile Ansätze auf eine fragmentierte Theorie stützen (vgl. Lee and Xia, 2010, S. 87; Baham and Hirschheim, 2021, S. 104; Sithambaram et al., 2021, S. 8; Palsodkar et al., 2023, S. 3217). In der Folge sind Wirkmechanismen nicht expliziert, wodurch notwendige Adaptionsschritte in der Entwicklung physischer Produkte erschwert werden. Exemplarisch wird auf die Anpassungserfordernisse des Scrum-Frameworks, an die spezifischen Randbedingungen der mechatronischen Produktentwicklung, hingewiesen (vgl. Nicklas et al., 2021; Michalides et al., 2024).

Defizite im Bereich von Führung und Management

Eine Konsequenz dessen liefern teils widersprüchlich vorhandene Befunde hinsichtlich aufbauorganisatorischer Forderungen (z. B. strukturelle Anpassungen) und notwendiger Führungsmodi (z. B. Autonomie und Selbstorganisation) zur Steigerung von Agilität (vgl. Maximini, 2022, S. 57; Shastri et al., 2017, S. 46; Theobald et al., 2020, S. 21; Balasubramaniyan, 2021, S. 27; Malik et al., 2021, S. 3; Dong et al., 2024, S. 10), was deren konkrete Anwendung und Implementierung erschwert.

Deshalb sind aus Perspektive des Autors der vorliegenden Arbeit exemplarisch artikulierte Forderungen nach flachen Hierarchien (vgl. Meier and Kock, 2022, S. 3480) meist zu undifferenziert, da weiterführende Implikationen dessen (z. B. Arbeitsteilung) oft unerwähnt bleiben. Ferner wird manchmal gar impliziert, dass agile Ansätze keine strukturierten Planungsprozesse hätten (vgl. Schöck et al., 2024, S. 716), obwohl bereits Belege existieren, dass agile Ansätze und deren Methoden nicht prozessfeindlich sind (Turner, 2007, S. 12). Aussagen wie durch Kuchel et al. (2023, S. 1022), dass *„[...] feste Strukturen, etablierte Denk-*

muster und strenge Hierarchien mit Befehl und Kontrolle ein großes Hindernis für agile Arbeitsweisen dar [stellen]", sind aus Perspektive des Autors dieser Arbeit ebenfalls zu undifferenziert. Dies liegt einerseits zum Beispiel daran, dass *Befehle* verschiedene Gestaltungsformen annehmen können und Kontrolle ein notwendiger Prozessschritt ist. Andererseits vernachlässigt eine solche Aussage die Wechselwirkung mit der notwendigerweise zu betrachtenden Umwelt, in derer ein bestimmter Mechanismus sogar notwendig ist.

Zusätzlich verkennen manche Forscherkollegen, dass die praktische Umsetzung einer Abkehr von hierarchischen Strukturen mit Widerstand einhergehen kann, da Organisationen legitime Argumente besitzen können, dieses nicht zu tun (vgl. Parker et al., 2015, S. 113). Anders formuliert: Lösungen sind an den Umständen der Unternehmen auszurichten, auch wenn dies zunächst konträr zur Agilität erscheinen mag. Wie Gren and Lenberg (2020, S. 2) daher nachvollziehbar resümieren *„ist es unwahrscheinlich, dass ein großes Unternehmen im Rahmen seiner agilen Transformation eine komplette Umstrukturierung vornimmt; stattdessen muss der agile Ansatz innerhalb einer hierarchischen Struktur funktionieren, in der verschiedene Einheiten unterschiedliche Kompetenzen, Kenntnisse und Ziele haben."*

Nichtsdestotrotz werden Forderungen und Behauptungen mit teils beliebigen, undifferenzierten Argumenten oft ungeprüft hingenommen (z. B. als Teil gemachter Erfahrungen im Rahmen von Diskursen), was aus Perspektive des Autors der vorliegenden Arbeit inakzeptabel ist. Ein weiteres Beispiel dessen ist die Verknüpfung von Agilität mit dem Prinzip der Selbstorganisation (vgl. Beck et al., 2001). Daher plädiert der Autor dieser Arbeit für die Präsentation nachweislicher und überzeugender Argumente, warum jener Sachverhalt in einem bestimmten Kontext als „richtig" erachtet wird. Denn wie bereits skizziert, können sich die phänomenologischen Ausprägungen ein und derselben Theorie in Abhängigkeit von Umfeld und Kontext unterscheiden.

Nachteile des dichotomen Verständnisses

Eine weitere Konsequenz der fragmentiert vorhandenen Theorie ist die Kategorisierung und somit strikte Trennung von agilen und traditionellen Prozessen. Eine Darstellung in Anlehnung

an Rößler and Gericke (2022, S. 265 ff.), Ciric Lalic et al. (2022, S. 498), Dong et al. (2024, S. 10) und Schmidt (2019, S. 18) kann folglich irreführend sein. Der Autor dieser Arbeit erkennt zwar an, dass kategoriales Denken hilfreich sein kann, um konkrete Standpunkte zu beziehen oder um ein für diese Kategorie bestimmtes Vokabular zu nutzen. Nichtsdestotrotz besteht die Gefahr, nicht über die Grenzen der Kategorie hinauszudenken oder sogar falsche Schlussfolgerungen zu ziehen. Denn möglicherweise sind agile, hybride und traditionelle Prozesse nicht so antagonistisch wie mitunter postuliert, sondern ein Kontinuum bezüglich verstellbarer und zu berücksichtigender Parameter.

Defizite im Kontext der Einschränkungen der Körperlichkeit

Obwohl die Einschränkungen der Körperlichkeit nach wie vor Gültigkeit besitzen, sind deren Wirkungen weniger herausfordernd als die der bereits erwähnten Paradigmen-Perplexität (vgl. Weiss et al., 2023, S. 18). Nichtsdestotrotz bleibt die Interpretation von Inkrementen für die Entwicklung physischer Produkte weiterhin relevant.

Implikationen

Zusammenfassend sind die bisher aufgezeigten Probleme oftmals im Kontext von Führung und Management oder des Mindsets zu denken. Bisher mangelt es an theoretischer Transparenz hinsichtlich der Wirkmechanismen, der strukturellen und konstituierenden Elemente sowie der Skalierung agiler Ansätze. Dies gilt gleichermaßen für die Scrum-Anwendung als prädominierenden Standard der industriellen Praxis, auf dessen Grundlage in der Regel auch skalierte Konfigurationen implementiert werden. Aus den zuvor dargelegten Gründen wird ein Ergebnisartefakt entwickelt, um agil gemanagte Produktentwicklungsprojekte zu unterstützen und Anpassungen hinsichtlich Führung zu erleichtern.

Um die bestehenden Forschungsdefizite sowie die damit verbundenen Mehrdeutigkeiten zu adressieren, wurde bereits in Kapitel 1 beschrieben, eine militärische Führungsperspektive einzunehmen. Grund hierfür ist unter anderem, dass militärische Aufgaben in einem breiten Spektrum und unter sehr variablen Umweltbedingungen mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden ausgeführt werden. Folglich gibt es einerseits den Bedarf für wiederholbare Prozesse (stabile Umweltbedingungen), an-

dererseits aber auch den Bedarf an zuverlässigen Prozessen (extreme und dynamische Umweltbedingungen), um determinierte Ziele zu erreichen. Im Geiste dessen widmet sich die Arbeit insbesondere den extremen und dynamischen Aspekten militärischer Operationen sowie deren Führung. Den Ausgangspunkt zur Betrachtung vergleichbarer Objekte bildet hierbei das VUCA-Umfeld, wie in der Einleitung (Kapitel 1) formuliert und im Forschungsansatz (Kapitel 4) weiter präzisiert.

Um die auf Basis des Forschungsansatzes resultierenden Befunde (Kapitel 5) nachvollziehen zu können, sollen im nachfolgenden Kapitel die essenziellen militärischen Grundlagen vermittelt werden. Um erneut auf das Thema Führung hinzuweisen, das im militärischen Kontext von immanenter Bedeutung ist, soll ein Zitat vorangestellt werden:

„Führung [Eng. Command and Control] ist kein Selbstzweck, sondern ein Mittel zur Wertschöpfung (z. B. zur Erfüllung eines Auftrags, [welcher eine Wirkung entfalten soll]). Konkret geht es bei Command and Control darum, die Bemühungen einer Reihe von Einheiten (Einzelpersonen und Organisationen) und Ressourcen, einschließlich Informationen, auf das Erreichen einer Aufgabe, eines Ziels oder einer Zielsetzung zu konzentrieren“ (Alberts and Hayes, 2006, S. 32).

ⓘ Mit der Begrifflichkeit *Command and Control* kann auch die Befugnis gemeint sein, die ein Befehlshaber zur Führung von Truppen oder Einheiten innehat (vgl. NSO, 2021, S. 29)

Die Tatsache, dass *Command and Control* oft ausschließlich als zentralisierte Befehlsgewalt verstanden wird, lässt sich vermutlich auf seine Ursprünge zurückführen, in denen jene Idee transportiert wurde (vgl. Amorim et al., 2023, S. 1).

Die Grundzüge militärischer Operationen sowie derer Operationsführung sind Gegenstand des nachfolgenden Kapitels.

3

Exkurs militärische Grundlagen

3.1 Allgemeines zum Militär 121
3.2 Kontext und Randbedingungen 125
3.2.1 Extreme VUCA-Bedingungen 126
3.3 Militärische Operationsführung 129
3.3.1 Unterschiede zwischen Militärs 135
3.3.2 Unterschiede zum zivilen Management 142
3.4 Schlussfolgerungen und Fazit 146

In diesem Kapitel werden die für die vorliegende Arbeit notwendigen militärischen Grundlagen sowie Aspekte der militärischen Operationsführung dargelegt und beschrieben.

3.1 Allgemeines zum Militär

Einordnung und Begriffsklärungen

Zunächst werden wesentliche Begriffe erläutert und zueinander in Beziehung gesetzt. Der Begriff des Militärs ist eine Sammelbezeichnung für die Organisation sowie für die dort dienenden Personen (Militärs), welche unter Bewaffnung besondere hoheitliche und exekutive Aufgaben des Staates wahrnehmen (Schubert and Klein, 2018, S. 222). Heutzutage sind zivile Bereiche und Personen gleichermaßen in die militärische Organisation integriert und werden ebenfalls dazugezählt (vgl. Wong et al., 2003, S. 659). Das Militär hat den Auftrag, die staatlichen Interessen der jeweiligen Nation zu schützen. Die daraus resultierenden Aufgaben werden durch die Verteidigungs- und Sicherheitspolitik festgelegt. Damit adressiert sind zum Beispiel die Gewährleis-

ⓘ Die Abkürzung BMVg steht für das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)

tung der Souveränität des jeweiligen Staates, die Abschreckung von äußeren Aggressoren sowie die Prävention von Gefahren durch Unterstützung im internationalen Krisenmanagement (vgl. BMVg, 2006, S. 67). Die bewaffnete Auseinandersetzung in Gestalt eines Krieges ist eine exemplarische Erscheinungsform dessen. Der Krieg ist grundsätzlich ebenso alt wie der Mensch als solches und somit älter als das Konstrukt des Staates selbst (Keegan, 1997, S. 21). Dennoch wird der Krieg heute als *„ein organisierter, mit Waffen gewaltsam ausgetragener Konflikt zwischen Staaten beziehungsweise zwischen sozialen Gruppen der Bevölkerung eines Staates“* bezeichnet (Schubert and Klein, 2018, S. 201). Nach Carl von Clausewitz ist der Krieg ein Akt der Gewalt, wobei die politische Absicht den Zweck bestimmt und der Krieg als dessen Mittel betrachtet wird (Guth, 2016, S. 29).

Der Krieg ist in Anlehnung an Smith (2019, S. 11) von einer Konfrontation zu unterscheiden. Die Konfrontation stellt demgemäß lediglich die Gegenüberstellung von gegenseitig störenden Sachverhalten, Positionen oder Interessen dar. Der Unterschied zum Krieg liegt in der nicht zwingend vorliegenden staatlichen Verknüpfung sowie in der nicht implizierten Austragung der Konfrontation als solche. Von einem Konflikt hingegen wird dann gesprochen, wenn zum Beispiel die Unterschiede in der Position als inakzeptabel erachtet und Maßnahmen gegen diesen vorliegenden Zustand abgeleitet werden. Dies impliziert jedoch nicht notwendigerweise die Anwendung von Gewalt.

Da das Militär dem Staat zugeordnet und diesem unterstellt ist, existieren politische Regularien für dessen Einsatz sowie präzise Konkretisierungen der Aufgabenspektren, die beispielsweise in den Militärdoktrinen festgehalten sind. Die Militärdoktrin kann *„als ein Korpus von Konzepten definiert werden, die das Umfeld beschreiben, in dem die bewaffneten Streitkräfte operieren müssen, und die Methoden und Umstände ihres Einsatzes vorschreiben.“*(Horton et al., 1974, S. 190). Insofern gelten Militärdoktrinen beispielsweise als Handlungsrahmen für die Durchführung von militärischen Operationen (Sloan, 2012, S. 244).

In der tatsächlichen Durchführung exekutiver Aufgaben in Form von militärischen Einsätzen, welche aus holistischer Perspekti-

ve in enger Abstimmung mit Wirtschaft und Diplomatie erfolgen, bezeichnet die militärische Operation den auf der militärischen Seite durchzuführenden Prozess (Høiback, 2020, S. 2 f.). Es existieren jedoch wissenschaftliche Publikationen in denen diese Differenzierung weniger eindeutig ausgeprägt ist (vgl. de Coning, 2016, S. 45; Soeters and Goldenberg, 2019, S. 37).

In der vorliegenden Dissertation wird die Begrifflichkeit der militärischen Operation aus verschiedenen Quellen (vgl. DOD, 2017, S. 174; Høiback, 2020, S. 2 ff.; BMVg, 2019b, S. 43; Glantz, 1991, S. 46; BMVg, 2021c, S. 15) synthetisiert. Militärische Operationen stellen einzigartige, organisierte und konzertierte militärische Unterfangen dar, die auf einheitliche Gesamtziele ausgerichtet sind und auf strategischer, operativer und taktischer Ebene gleichermaßen Berücksichtigung finden. Militärische Operationen können demnach auch als kleinere Kriege oder bewaffnete Konflikte interpretiert werden (Stewart, 2009, S. 3). Sie stellen kontemporär die vorherrschende Form von Interventionen dar, insbesondere wenn es um die Beteiligung militärischer Akteure geht (Mello, 2019, S. 50).

Exkurs militärische Führungsebenen

Wie zuvor angedeutet, werden verschiedene Ebenen berücksichtigt und unterschieden. Im Gegensatz zu den zivilen Konnotationen und Termini werden im militärischen Kontext drei Führungsebenen unterschieden, die strategische, die operative und die taktische Führungsebene, siehe Abbildung 3.1.

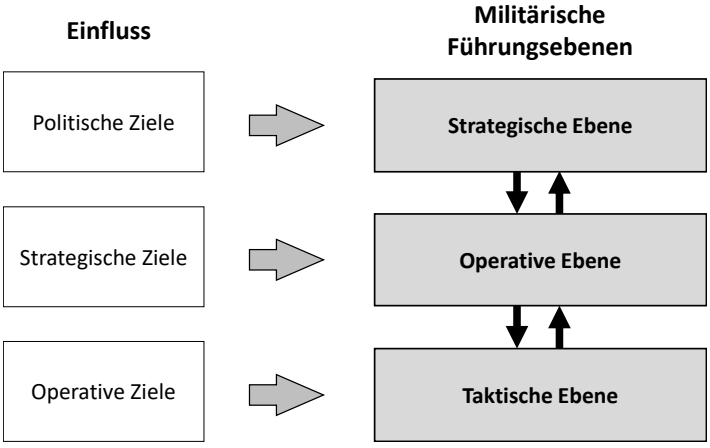


Abbildung 3.1
Zusammenhang der militärischen Führungsebenen in Anlehnung an BMVg (2022c, S. 19)

ⓘ Im zivilen Management werden die Führungs- und Managementebenen mitunter differenziert interpretiert, vergleiche Holzbaur (2007, S. 163) und Hahn et al. (2013, S. 22)

Die in Abbildung 3.1 gezeigte Darstellung steht im Einklang mit den Ausführungen von Schubert and Klein (2018, S. 328). Diese verstehen unter einer Strategie *„die Entwicklung und Durchführung einer Gesamtkonzeption, die auf ein langfristig angestrebtes (Gesamt-)Ziel gerichtet ist."* Der Begriff der Strategie ist den Autoren nach militärisch geprägt und wird heute umfassend im zivilen Bereich verwendet. Auf der operativen Ebene werden gemäß den Zielsetzungen Personal, Ressourcen und festgelegte Raumordnungen zugewiesen. Die operativen Ziele werden dann auf der taktischen Ebene realisiert. Mit Taktik wird im engeren Sinne *„die Art und Weise in der versucht wird ein bestimmtes Ziel zu erreichen beziehungsweise die einzelnen Schritte zur zielgerichteten, zweckbestimmten Um- oder Durchsetzung eines Gesamtkonzeptes [...]"*, assoziiert und verstanden (Schubert and Klein, 2018, S. 331). Demgemäß fällt beispielsweise die Sphäre der militärischen Gefechte in den Bereich der taktischen Ebene.

Organisation und Struktur

Damit militärische Operationen ihre beabsichtigte Wirkung tatsächlich erzielen können, bedarf es einer Organisation und einer Struktur zur Führung dieser. An dieser Stelle sollen insbesondere die bestehenden Modalitäten der Bundeswehr als ein Beispiel für eine militärischen Organisation untersucht und thematisiert werden, in welcher der Autor dieser Arbeit als Instandsetzungsoffizier dient. Unterschiede zu anderen Armeen werden im Abschnitt 3.3.1 in kompakter Art und Weise aufgezeigt.

Beschreibung am Beispiel der Bundeswehr

Analog zu den Streitkräften anderer Nationen ist auch die Bundeswehr hierarchisch organisiert (Rieger, 1995, S. 124). Die hierarchische Organisationsstruktur der Bundeswehr basiert auf dem Prinzip des Primats der Politik. Dieses Fundament impliziert, dass die Bundeswehr selbst im einfachst gedachten, theoretischen Fall, eine Hierarchie von mindestens zwei Ebenen umfasst. Dieser Sachverhalt lässt sich im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland im Artikel 87a Absatz 1 Satz 1 nachvollziehen, in dem folgendes geschrieben steht: *„Der Bund stellt Streitkräfte zur Verteidigung auf. Ihre zahlenmäßige Stärke und die Grundzüge ihrer Organisation müssen sich aus dem Haushaltsplan ergeben."* Gemäß dem Zitat wäre die übergeordnete Führungsebene folglich der Bund und die nachgeordnete Führungsebene

die Streitkräfte der Bundeswehr. Für die Streitkräfte der Bundeswehr ergeben sich hieraus verschiedene strukturelle Ausgestaltungen inner- und außerhalb einer Teilstreitkraft (z. B. Heer), um die militärische Organisation zu führen und zu managen (vgl. BMVg, 2019a, S. 13 f.). Dies betrifft gleichermaßen den zivilen Organisationsbereich (vgl. BMVg, 2017a, S. 21).

ⓘ Anzahl aktiver Soldaten der Bundeswehr: Aktuell circa 180.000 Soldaten

Bei Betrachtung der in der Bundeswehr dienenden Soldaten lassen sich unterschiedliche strukturelle Organisationseinheiten identifizieren. So ergeben sich aus Anzahl, Auftrag und Vorgaben verschiedene festgelegte Strukturebenen, wie exemplarisch die der Gruppen, Züge, Kompanien oder Bataillione (BMVg, 2019a, S. 13 f.). Damit die beabsichtigten militärischen Operationen im Allgemeinen oder in den verschiedenen Dimensionen (z. B. zu Lande) erfolgreich durchgeführt werden können, bedarf es eines funktionierenden Führungssystems (BMVg, 2023a, S. 8), welches zum Beispiel die Führungsorganisation adressiert oder auf Führungsverfahren indiziert. Die für diese Arbeit relevanten Bausteine werden im Abschnitt 3.3 erörtert.

Ergänzende Anmerkungen

Im Rahmen dieses Abschnittes wurde bewusst auf gesellschaftliche, ethische und rechtliche Aspekte verzichtet, da diese im Kontext dieser Dissertation einen vernachlässigbaren Beitrag leisten würden. Ein immanent wichtiger Beitrag zur Einordnung dieser Arbeit ergibt sich hingegen aus der Analyse der kontextspezifischen Randbedingungen militärischer Operationen, die Gegenstand des nachfolgenden Abschnittes sind.

3.2 Kontext und Randbedingungen

Militärische Operationen und Handlungen sind durch eine Vielzahl von Bedingungen charakterisiert und begrenzt.

Dies umfasst exemplarisch sowohl nicht zu beeinflussende Geofaktoren (z. B. Wetter) als auch zu beeinflussende Faktoren wie die Sicherstellung des Nachschubs als Teil der Logistik (Keegan, 1997, S. 104). Darüber hinaus gilt es, die Handlungen einer konträr zu den eigenen Interessen arbeitenden Intelligenz (z. B. kontrahierende Soldaten) sowie deren Gesamtverhalten zu berücksichtigen und zu antizipieren. Der militärische Kontext

unterliegt daher besonderen Gefahrensituationen und Risikoquellen, mit denen umgegangen werden muss.

3.2.1 Extreme VUCA-Bedingungen

Unter extremen VUCA-Bedingungen wird im Rahmen der vorliegenden Dissertation die konsolidierte Kontextualisierung von extremen Einsatzbedingungen und den im Abschnitt 2.3.2 bereits skizzierten VUCA-Bedingungen verstanden. Nachfolgend soll die extreme Komponente dessen ergänzend thematisiert und beschrieben werden.

Extreme Einsatzbedingungen

Militärische Handlungen finden gemäß den Ausführungen von Forschungsexperten oft unter extremen Bedingungen und Kontexten statt (vgl. Avolio et al., 2022, S. 10; Geier, 2016, S. 235; Hannah et al., 2009, S. 905; Aubry et al., 2010, S. 1; Melkonian and Picq, 2010, S. 79). Nichtsdestotrotz können nicht nur militärische Handlungen von diesen spezifischen Bedingungen betroffen sein, sondern auch Organisationen jeglicher Art, wie die COVID-19-Pandemie verdeutlichte (Hölttä-Otto et al., 2022, S. 2; Li et al., 2023, S. 1). In der Quintessenz ähnlich theoretisch umrissen, bezeichnen andere Wissenschaftler den postulierten extremen Kontext als gefährlichen Kontext (Ramthun and Matkin, 2014, S. 244; Sweeney et al., 2011, S. 4), obgleich *extrem* grundsätzlich als eine besonders starke Intensität eines Merkmals begriffen werden kann. Nichtsdestotrotz spielt der Tod durch zum Beispiel Kampfhandlungen (Hannah et al., 2009, S. 905; Stern, 2017, S. 42), sowie dessen potenzieller Eintritt, eine zentrale Rolle in der Beschreibung von extremen Bedingungen, Situationen oder Ereignissen (Hannah and Sowde, 2012, S. 297; Kernic, 2017, S. 21). Dementsprechend kommt auch der Mortalität als solcher in der Betrachtung militärischer Operationen eine besondere Bedeutung zu (vgl. Smith, 2019, S. 6).

Avolio et al. (2022, S. 10) sind der Ansicht, dass die unmittelbare Existenz von potenziellen materiellen, psychischen und physischen Folgen genügt, um diese Situation als extrem zu beschreiben. Zusätzlich argumentieren Avolio et al. (2022, S. 10), dass diese Ereignisse die Fähigkeiten der Organisationen übersteigen, diese zu verhindern.

Auswirkungen und Überlegungen zu Kontext und Randbedingungen

Die zusätzliche Gefahr für Leib und Leben (Hannah et al., 2009, S. 905; Stern, 2017, S. 42) sowie die Tatsache, dass feindliche Akteure aktiv und bewusst gegen die eigene Zielerreichung der Operation agieren (Høiback, 2020, S. 2; Smith, 2019, S. 65), stellt somit eine zusätzliche Kontrastierung zum Führungsverhalten gegenüber Situationen dar, in denen dies nicht der Fall ist.
Widersprüchlichkeiten und Friktionen in Projekten oder zivilen Organisationen können zwar ähnliche Effekte haben, nichtsdestotrotz kann davon ausgegangen werden, dass Rückkopplungen bezogen auf die VUCA-Faktoren grundsätzlich geringer sind. Folglich, nehmen Unsicherheiten in dessen Bezug tendenziell sukzessive ab (Larman, 2004, S. 18; Browning, 2018, S. 80). Bei etwaigen militärischen Operationen ist davon nicht auszugehen, da dort eine menschliche Intelligenz in Form eines Gegenakteurs ebenfalls darauf bedacht ist, die eigenen Ziele zu erreichen. Dies führt zu ständigen Rückkopplungen in dem zu beurteilenden Umfeld, unabhängig des eigenen Fortschritts, welche zu Rückschritten, Verlusten und Misserfolgen führen kann.
Dies sei durch die Unschärfedreiecke innerhalb der Denkmodelle der Abbildung 3.2 und 3.3 illustriert. Die beiden Abbildungen unterscheiden sich ausschließlich in der Perspektive.
In den Abbildungen 3.2 und 3.3 werden am Beispiel einer militärischen Operation die sich verändernden und nicht kontinuierlich reduzierbaren Unschärfen veranschaulicht. Abbildung 3.2 visualisiert den *Blickwinkel der Planung*. Je weiter der Planungshorizont in der Zukunft liegt, desto mehr Unschärfe beinhaltet die Prognose und somit die Planung.

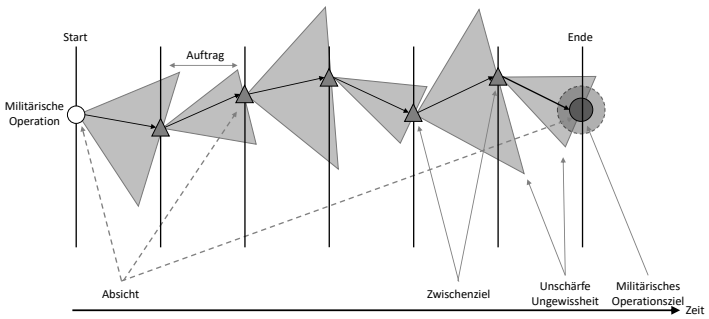


Abbildung 3.2
Blickwinkel der Planung: Visualisierung beständiger Unschärfen am Beispiel militärischer Operationen; Die Flächen der Dreiecke indizieren das Maß der Unschärfe zum geschätzten Zeitpunkt. Die Absicht wirkt als Leitrahmen einer militärischen Operation. Diese kann Änderungen unterliegen.

Daher öffnen sich die Dreiecke in gezeigter Abbildung 3.2 in Richtung der Zwischenziele. Damit ist eine Analogie zur Szenariotechnik gegeben (vgl. Schuh et al., 2022, S. 10).
Wenn die Unschärfen im Verlauf der militärischen Operation kontinuierlich abnehmen würden, dann wären die Dreiecke entsprechend progressiv verkleinert dargestellt. Die äußeren Eckpunkte der Dreiecke wären dann, in gedanklicher Verbindung dieser, ein Abbild des Verlaufs des sogenannten *Cone of Uncertainty* (Larman, 2004, S. 18; Little, 2006, S. 51).
Dies lässt sich graphisch leichter veranschaulichen, wenn die Unschärfedreiecke der Abbildung 3.2 aus *Perspektive der Handlung* visualisiert werden. In Abbildung 3.3 sind die Unschärfedreiecke entlang des Handlungsstrangs gespiegelt, sodass sich aus *Perspektive der Handlung* die Unschärfen zum jeweiligen Zeitpunkt in Richtung des jeweiligen Zwischenziels reduzieren. Damit ist eine Analogie zum sogenannten *Cone of Uncertainty* gegeben (siehe Larman, 2004, S. 18; Little, 2006, S. 51).

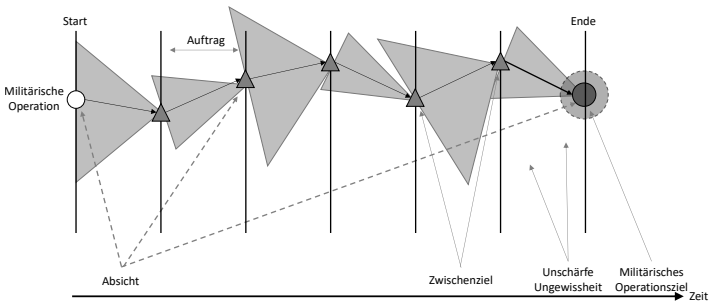


Abbildung 3.3
Blickwinkel der Handlung: Visualisierung beständiger Unschärfen am Beispiel militärischer Operationen; Die Flächen der Dreiecke indizieren das Maß der Unschärfe zum jeweiligen Zeitpunkt. Die Absicht wirkt als Leitrahmen einer militärischen Operation. Diese kann Änderungen unterliegen.

Obgleich die Darstellungen subjektiven und perspektivischen Präferenzen unterliegen, ist das zu erreichende Ziel in beiden Beispielen determiniert und durch die Aufträge in dem jeweiligen Abschnitten kommuniziert. In den Abbildungen 3.2 und 3.3 ist bereits antizipierbar, dass die Zielerreichung unter diesem Kontext wesentliches Thema militärischer Führung ist. Die militärische Operationsführung ist Gegenstand des nächsten Abschnittes.

3.3 Militärische Operationsführung

Im Kontext militärischer Operationen sind die Randbedingungen des extremen VUCA-Umfeldes zu berücksichtigen, was in der Realität zu großen Herausforderungen führt (vgl. Wrigley and Simons, 2024, S. 9 f.; Casey Jr, 2014, S. 1; Ramthun and Matkin, 2014, S. 244; Avolio et al., 2022, S. 10), da Entscheidungen und Planungen nicht allein auf Fakten beruhen können. So gefährden beispielsweise personelle Verluste den militärischen Operationserfolg. Darüber hinaus schildert Stockdorf (1997, S. 17), dass es in Grenzsituationen zu Ängsten, Überbelastungen und Panikattacken kommen kann, die zur Verweigerung des Dienstes führen können und ebenfalls die Zielerreichung gefährden. Zusätzlich erschweren mehrdeutige Informationen und komplexe Zusammenhänge die Durchführung militärischer Operationen. Die damit verbundenen Ungewissheiten führen dazu, dass herkömmliche Prozesse und Praktiken unwirksam sein können (vgl. Wrigley and Simons, 2024, S. 9;Aubry et al., 2010, S. 1; Wong et al., 2003, S. 657 ff.). Wie bereits geschildert, gilt es durch die Durchführung von militärischen Operationen konkretisierte Ziele zu erreichen, in einem Umfeld, welches durch extreme VUCA-Bedingungen gekennzeichnet ist (vgl. Melkonian and Picq, 2011, S. 459; Sweeney et al., 2011, S. 4). Die Zielerreichung unter bereits exponierten Randbedingungen ist Gegenstand des Themengebietes der militärischen Führung.

Eine Komponente des militärischen Erfolgs: Militärische Führung

Die erfolgreiche Durchführung von militärischen Operationen hängt folglich unter anderem von der Fähigkeit ab, situativ angemessene Entscheidungen zu treffen (Ingram and Shallcross, 2022, S. 25 ff.) und in den jeweiligen Situationen adaptiv zu führen (Hannah et al., 2009, S. 904; Lindsay et al., 2011, S. 539; Geier, 2016, S. 235).

Führungsbegriff

Die Begrifflichkeit der militärischen Operationsführung ist vielfältig interpretierbar und wird teilweise verwendet, um den strategischen und taktischen Einsatz komplexer Gefechtssysteme zur Erzeugung von Kampfkraft zu organisieren (Hannah and Sowde, 2012, S. 291). Gleichzeitig weisen die referenzierten Autoren darauf hin, dass die militärische Führung im Allgemeinen insbesondere das Führen menschlicher Interaktionen im

Rahmen militärischer Handlungen umfasst und betrifft. Prinzipiell kann das Wesen der militärischen Führung demgemäß ebenenunabhängig betrachtet werden, gilt in seinem Kern also gleichermaßen für die strategische, operative und taktische Führungsebene. Denn auf all den beschriebenen Ebenen gilt es gleichermaßen, menschliche Interaktionen auf gemeinsame Ziele auszurichten. Dies wird durch folgendes Zitat von Stockdorf (1997, S. 9) verdeutlicht: *„Führung bedeutet immer Führung von Menschen [Menschenführung]. Der Mensch ist zugleich Subjekt und Objekt der Führung, denn Führung wird von Menschen ausgelöst und ist an Menschen gerichtet, nicht an seelenlose Apparaturen."*
Unabhängig von der Institutionalisierung von Führung innerhalb einer Organisation, stellen Wong et al. (2003, S. 683) fest, dass anpassungsfähige Menschen grundsätzlich besser in der Lage sind mit den unter VUCA zusammengefassten Umweltbedingungen umzugehen.

Existenz unterschiedlicher Führungsansätze

Innerhalb der zahlreichen Armeen finden sich verschiedene kulturelle Ausprägungen und Führunganätze wieder, um mit beschriebenen Situation umzugehen (vgl. Yardley and Neal, 2007, S. 26; Wong et al., 2003, S. 683 f.). Dies bezieht sich zum Beispiel darauf, wie Informationen geteilt werden und wem Sie zur Verfügung stehen (vgl. Soeters, 2017, S. 3 f.; Soeters and Goldenberg, 2019, S. 2). Daher lässt sich militärische Wirkung nicht nur auf Systeme und Munition reduzieren, sondern organisatorische Aspekte wie praktizierte Führung und kontextspezifisches Verhalten sind immanent wichtig (Ben-Haim, 2018, S. 37; Sengöz, 2020, S. VII). Wie Smith (2019, S. 242) in mathematischer Form präzisiert, integriert die Gesamtleistung des Militärs insbesondere die Beitragskomponente des Willens der Akteure als humanoiden Wirkfaktor.

Militärische Führung im Kontext der Bundeswehr

Innerhalb der Bundeswehr wird der Führungsbegriff in Übereinstimmung mit den zuvor dargestellten Beschreibungen in der Vorschrift zur Truppenführung gemäß BMVg (2023a, S. 6) wie folgt definiert: *„Führung ist ein auf die Erreichung eines Zieles ausgerichteter ständiger Prozess des planenden und steuernden Einwirkens auf das Verhalten anderer Menschen."* Dies beschreibt demnach im Wesenskern die Verhaltensregulation von Menschen zur Errei-

chung gesetzter Ziele und würdigt gleichermaßen die zirkuläre Natur von Führung im Sinne eines kontinuierlich wiederkehrenden Prozesses. An dieser Stelle sei vom Autor dieser Arbeit angemerkt, dass Führung als solche jedoch gerade nicht nur als Vorgang instrumentalisiert werden sollte. Vor dem Hintergrund des zitierten Ausschnitts zum Terminus innerhalb der Bundeswehr könnte dieser Eindruck entstehen. Das Wesen der Führung ist folglich nicht nur in der sachlich-logischen Zielerfüllung begründet, sondern muss gemäß BMVg (2023c, S. 111) auch ethische Aspekte des freiheitlichen Denkens gleichermaßen berücksichtigen und dessen Werte erschöpfen. So wäre zum Beispiel die Missachtung der Menschenwürde zur Erreichung determinierter Ziele inakzeptabel, da die Zielverwirklichung nicht über moralische und ethische Prinzipien steht.
Dies gilt insbesondere auf Grund des hohen Legitimationsbedarfes des Militärs, welches als Exekutive zur bewaffneten Gewaltausübung befähigt wird (Ebeling et al., 2002, S. 6).
Diese Facetten sind für die gesamte militärische Organisation der Bundeswehr zu berücksichtigen und zu inkorporieren.
Ausgehend von diesen Feststellungen werden die Führungskonzepte der Bundeswehr zur Führung und Durchführung militärischer Operationen kursorisch vorgestellt, wobei sich Konzepte und Prinzipien aus den einschlägigen internen Dokumenten extrahieren lassen und zur Theoriebildung deutschen Führungsverhaltens beitragen sollen. Dabei wird sich innerhalb der vorliegenden Arbeit insbesondere auf die Landstreitkräfte fokussiert, da die Operationen in der Dimension Land besonders komplex sind. Dies wird deutlich, wenn man sich zum Beispiel die Berücksichtigung von Infrastruktur, Geländearealen und ziviler Bevölkerung vergegenwärtigt. Gemäß BMVg (2016, S. 101 ff.), sind die deutschen Landstreitkräfte als Teil der Bundeswehr einsatzbereite Kräfte, die zur schnellen Projektion und Reaktion befähigt sind. Als agil deklarierte Streitkräfte sollen sie jederzeit in der Lage sein, anspruchsvollste Aufgaben zu bewältigen (BMVg, 2016, S. 98).
Dabei beruhen deutsch-militärische Vorschriften zur Truppenführung auf erfahrungsbasierten Grundsätzen und Konzepten,

welche in bewaffneten Auseinandersetzungen nachgewiesen worden sind (Schwier, 1999, S. 4; BMVg, 2023c, S. 22). Diese Grundsätze sind auftragsbezogen miteinander zu kombinieren und situationsadaptiv anzuwenden (BMVg, 2022a, S. 9). Militärische Operationen sollen auch unter den herausforderndsten Bedingungen den Auftrag erfüllen und somit beabsichtigte Wirkungen erzeugen (vgl. BMVg, 2022b, S. 29). Deshalb sind militärische Operationen auf gemeinsame Ziele und Absichten ausgerichtet, was sich durch sämtliche Führungsebenen durchdeklinieren lässt und somit selbstständiges Handeln ermöglicht beziehungsweise ermöglichen soll (BMVg, 2022c, S. 10).

ⓘ Ein militärischer Auftrag kann als eine Willensäußerung verstanden werden, die einer Zielerreichung und Zweckerfüllung dient

Deutsch-militärische Führungsphilosophie: Führen mit Auftrag

Kennzeichnendes Merkmal deutscher Führungsphilosophie ist das „Führen mit Auftrag“ (umgangssprachlich „Auftragstaktik“), welches sich historisch aus den preußischen Doktrinen ableiten lässt (Storr, 2003, S. 119; Harvie and Agah, 2016, S. 477; Ploumis and Pilalis, 2018, S. 95). Der Begriff der Auftragstaktik als solcher ist auf verschiedene Varianten zurückzuführen, wie Auftragsverfahren oder Auftragskampf (Leistenschneider, 2002, S. 101). Wie Schwier (1999, S. 7 ff.) ausführt, wird bereits im frühen 19. Jahrhundert die Auftragstaktik durch Helmuth von Moltke und Carl von Clausewitz geprägt, die ihrerseits erkannten, dass Befehle durch „Untergebene“ nicht oder abgeändert ausgeführt werden müssen, wenn diese bereits in ihrer Absicht oder in anderer Art und Weise als überholt gelten. In den Ausführungen von Leistenschneider (2002, S. 23 ff.) wird insbesondere die Entstehungsgeschichte der Auftragstaktik vertieft, wobei diese ihren Ursprung in den preußischen Heeresreformen von 1806-1815 hat. So argumentiert Leistenschneider (2002, S. 28), dass Vordenker wie Gerhard Johann David Scharnhorst kritisierte, dass preußische Führer damals nicht erkannten, dass die Form des Gefechts nur ein Mittel zum Zweck ist, und nicht der Zweck selbst sein kann. Der Zweck einer militärischen Operation moderiert im Kontext dessen also die Selbstständigkeit, dessen Kern auch heute noch die Auftragstaktik prägt.

Die Auftragstaktik postuliert nämlich das systematische Gewähren, Akzeptieren und Einfordern von Freiheit, wodurch ein wertebasiertes Leitbild und ein aus der inneren Führung abgelei-

tetes Selbstverständnis gefördert wird (vgl. BMVg, 2021b, S. 29; BMVg, 2022a, S. 20; BMVg, 2022c, S. 198). Die Auftragstaktik als solche ist jedoch nicht als eine präskriptiv anzuwendende Methode zu verstehen. Solange die Auftragstaktik lediglich als „methodische Technik" instrumentalisiert wird, werden militärische Führer nicht verstehen können, was dieses Prinzip umfasst, geschweige denn es in einer realen militärischen Operationen einzusetzen wissen (vgl. Wittmann, 2012, S. 86).

Verbindungen zur Inneren Führung

Wie Millotat (2002, S. 21) skizziert, ist die Auftragstaktik auch die Summe einer vertrauensvollen Kultur, eines freiheitlichen Selbstverständnisses und eines moralischen Verantwortungsbewusstseins. Diese muss sowohl im Einsatz bewaffneter Streitkräfte als auch im Grundbetrieb (Frieden) stetig zur Anwendung kommen (Millotat, 2002, S. 18). Demzufolge darf die Auftragstaktik nicht als bloßes Lippenbekenntnis verstanden werden, sondern muss als grundlegendes Prinzip im Selbstverständnis verankert sein. Dieses Selbstverständnis ist Gegenstand der Inneren Führung, welche als Ausdruck eines Handlungsrahmens verstanden werden kann (BMVg, 1957, S. 23 ff.). Aspekte wie die der Moral, des Rechtes und auch der besonderen ethischen Verantwortung von Militärs werden entsprechend adressiert (Stockdorf, 1997, S. 108). Insofern ist das Konzept der Inneren Führung heute untrennbar mit dem obersten Führungsprinzip des *Führens mit Auftrag* der deutschen Streitkräfte verbunden (BMVg, 2022a, S. 20). Als elementare Führungsprinzipien der deutschen Armee finden sich diese in den deutschen Führungsverfahren als Teil des Führungssystems wieder, welches angepasst für militärische Operationen anzuwenden sind.

Führungsprozess der Landstreitkräfte

Ein Element dessen ist der aus der Truppenführung abgeleitete deutsche Führungsprozess der Landstreitkräfte (Teil der Führungsverfahren), welcher in Abbildung 3.4 dargestellt ist. Der Führungsprozess nach deutsch-militärischem Verständnis besteht aus vier sachlogischen Schritten, die wiederkehrend durchlaufen werden und an den übergeordneten und nachgeordneten Führungsprozess gekoppelt sind. In Anlehnung an das BMVg (2017b, S. 4) liegt der Schwerpunkt des Führungsprozesses auf der Verhaltensregulierung der an der militärischen

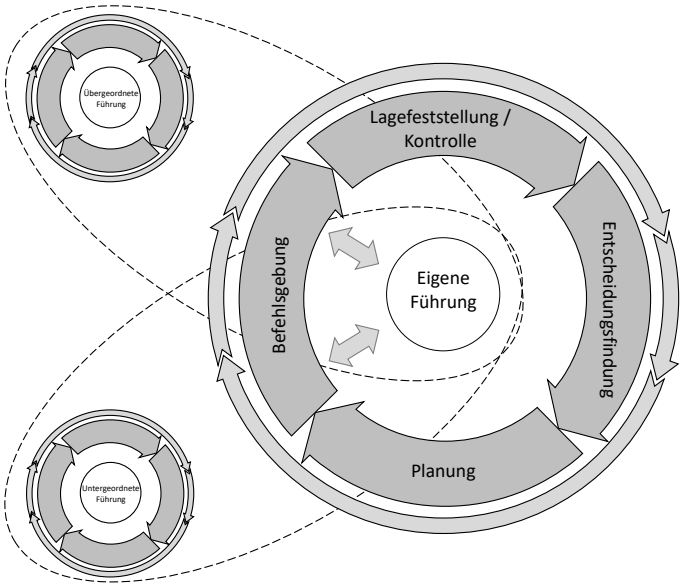


Abbildung 3.4
Der deutsche Führungsprozess als zyklische Abfolge von Teilprozessen (BMVg, 2017c, S. 6); Genehmigung zur Reproduktion durch das Bundesministerium der Verteidigung erhalten

Operation beteiligten Soldaten, um angestrebte Ziele zu erreichen. Der deutsche Führungsprozess der Landstreitkräfte (siehe Abbildung 3.4) ist als ein systematischer und zielorientierter Denkablauf zu verstehen, welcher insbesondere in der schnellen Entscheidungsfindung und der adaptiven Führung von militärischen Operationen Anwendung findet (BMVg, 2023a, S. 20). Der deutsche Führungsprozess lässt sich im Grundsatz auf allen Führungsebenen gleichermaßen anwenden, wobei Adaptionen der Situationen und dem Auftrag anzupassen sind (BMVg, 2017c, S. 5). In Anlehnung an BMVg (2022a, S. 20 ff.) und BMVg (2022c, S. 11) gibt die kombinierte Anwendung mit anderen strukturellen Elementen des Führungssystems den Soldaten die Möglichkeit, eigenverantwortlich zu agieren, fördert die Anpassungsfähigkeit in dynamischen Szenarien und die Fähigkeit, Chancen zu nutzen, die mit dem übergeordneten Ziel respektive der übergeordneten Absicht übereinstimmen.
Grundsätzlich soll mit dem in der Abbildung 3.4 gezeigten Führungsprozess eine stringente und logische militärische Operationsführung sichergestellt werden.

3.3.1 Unterschiede zwischen Militärs

Die militärischen Führungsansätze der Streitkräfte unterscheiden sich zwischen Ländern wie zum Beispiel Russland, den Vereinigten Staaten von Amerika, China und Deutschland.
Innerhalb der North Atlantic Treaty Organization (NATO) werden deshalb Harmonisierungsprozesse durchgeführt, um beispielsweise die Interoperabilität des multinationalen Verteidigungsbündnisses zu steigern (NSO, 2016, S. XIII) . Die Unterschiede ergeben sich aus historischen und kulturellen Entwicklungen, geopolitischen Zielsetzungen, andersartigen militärischen Doktrinen und verschiedenen Ansichten (vgl. Smith, 2019, S. 191; Dobbins et al., 2019, S. 7 ff.; Donelly et al., 2025, S. 5 ff.). Schon zwei der einflussreichsten Militärtheoretiker, namentlich Antoine-Henri Jomini (1779-1889) und Carl von Clausewitz (1780-1831), hatten unterschiedliche Ansichten zur Militärstrategie und -taktik (Langendorf, 2008, S. 439), deren Auswirkungen auch heute noch spürbar sind. So gilt Antoine-Henri Jomini als Vordenker der Befehlstaktik, da er den Krieg als weniger ungewiss beschrieb und dieser seiner Ansicht nach „berechenbar" war (vgl. Langendorf, 2008, S. 381 ff.). Darüber hinaus ergeben sich Unterschiede stets auch aus der Ausstattung mit Material, Personal und finanziellen Ressourcen, welche zum Beispiel jährlich durch das International Institute for Strategic Studies veröffentlicht werden (vgl. IISS, 2024a; IISS, 2024b).
Publikationen wie Horton et al. (1974) und Black (2004) berücksichtigen ferner ideologische sowie historische Aspekte verschiedener Armeen und fassen konkrete Einflüsse konzentriert zusammen. Unabhängig von größeren oder nuancierteren Unterschieden wird auf insbesondere zwei Unterschiede verwiesen, die für diese Niederschrift relevant sind. Der Unterschied zwischen Befehls- und Auftragstaktik sowie die Unterscheidung von einem Auszug an militärischen Prozessen.
Zunächst sollen die Unterschiede zwischen der Auftrags- und Befehlstaktik dargestellt werden. Prominenter Vertreter der sogenannten Befehlstaktik sind die Streitkräfte Russlands (Wittmann, 2012, S. 31), wohingegen die Auftragstaktik in der westlichen Welt Verbreitung und Anwendung findet.

ⓘ Anmerkungen und Ergänzungen für Militärs im Anhang A.9 befindlich

ⓘ Die Abkürzung NSO steht für das sogenannte Nato Standardization Office

Auftragstaktik und Befehlstaktik

Die Befehlstaktik basiert auf einem zentralisierten Ansatz, wodurch sie Eigeninitiativen und Handlungsspielräume restringiert (Wittmann, 2012, S. 31). Darüber hinaus ist der Ansatz ausschließlich Top-Down gerichtet. Die Auftragstaktik ist durch einen dezentralen Ansatz charakterisiert, wobei die Interpretationen in den verschiedenen Armeen unterschiedlich sein können (Pigeau and Mccann, 2000, S. 94), da heterogene Führungskonzepte- berücksichtigt werden müssen (NSO, 2022, S. 8).
Grundsätzlich erfordert die Auftragstaktik gegenseitiges Vertrauen auf allen Führungsebenen (Ploumis and Pilalis, 2018, S. 97). Wie bereits durch das BMVg (1972, Nr. 203) dokumentiert, ist die Bevormundung und das ungerechtfertigte Eingreifen zu vermeiden, da dies die Eigeninitiative mindert. Dies impliziert, dass nachgeordnete Führungsebenen ausreichend Freiraum besitzen müssen, um auf Basis eines gemeinsamen Verständnisses (gemeinsame Ziele der militärischen Operationen) Entscheidungen zu treffen und zu konkretisieren (Millotat, 2002, S. 13). Dies stellt einen Kontrast zur Befehlstaktik dar.

ⓘ Der militärische Begriff der *Lage* kann mit *Situation* übersetzt werden

Dies sei an dem Beispiel eines Informationsweges zur Lagefeststellung skizziert. So erhält die russische Brigade sowohl von den Bataillonen als auch von den Kompanien, Zügen und anderen unterstellten Truppenteilen direkte Lageinformationen, was zum Beispiel nach westlichem Verständnis unüblich ist (Grau and Bartles, 2016, S. 34). Der russische Kommandeur ist entsprechend deutlich stärker in den Prozess des Befehlens eingebunden, da der zum Beispiel ihm militärisch unterstellte Stab deutlich weniger im Entscheidungsprozess involviert ist (vgl. Grau and Bartles, 2016, S. 51; Donelly et al., 2025, S. 8 f.). Das bedeutet, dass der russische Kommandeur die militärische Vorgehensweise gemäß seinem Verständnis selbstständig entwickelt und der Stab dabei wenig Berücksichtigung findet.
Obgleich bei beiden Ansätzen der Grundsatz des Befehls und Gehorsams gilt, muss auf eine vermeintliche Subtilität hingewiesen werden. Die Terminologie des Befehls beinhaltet im Kern die dienstliche Anweisung zu einem bestimmten Verhalten mit Anspruch auf Gehorsam (vgl. NSO, 2021, S. 97; BMVg, 2019a, S. 11). Dennoch können Befehle derartig formuliert werden, dass

der im Befehl enthaltene Auftrag mit zugrundeliegender Absicht die wesentliche Maxime des Befehls darstellt, was gemäß der Definition des Befehls zunächst etwas paradox erscheint. Dies hängt damit zusammen, dass die *Anweisung zu einem bestimmten Verhalten* in der allgemeinen Wahrnehmung stark restriktiv interpretiert wird. Der Auftrag nach deutschem Verständnis beinhaltet zwar einen Befehl, wobei dieser jedoch ein zu erreichendes Ziel mit der damit verbundenen Absicht koppelt, was dem Adressaten ein hohes Maß an Handlungsfreiheit gewährt (vgl. Wittmann, 2012, S. 33; BMVg, 2019a, S. 10). Daraus ergibt sich für das *Führen mit Auftrag* ein anderes Leitbild und Selbstverständnis, als dies für die Befehlstaktik möglich wäre.

Eine Konsequenz dessen ist zum Beispiel die inhärente rechtliche Prüfung des Funktionsprinzips *Befehl und Gehorsam*. Der Anspruch auf Gehorsam wird bewusst durch das deutsche Soldatengesetz eingeschränkt. So liegt gemäß Soldatengesetz Paragraph 11 Absatz 1 Satz 2 *„Ungehorsam nicht vor, wenn ein Befehl nicht befolgt wird, der die Menschenwürde verletzt oder der nicht zu dienstlichen Zwecken erteilt worden ist; […]“*

In Satz 2 des gleichen Paragraphen steht ferner, dass *„ein Befehl nicht befolgt werden [darf], wenn dadurch eine Straftat begangen würde.“* Dies stärkt das Selbstverständnis, die Eigenverantwortung und im Sinne dessen die Auftragstaktik als solche. Bloedorn and Muethel (2018) beschreiben sogar ein proorganisatorisches Fehlverhalten, das sich aus der moralischen Verpflichtung und einem Rollenverständnis ableiten lässt.

Eine zusammenfassende Übersicht zu den Charakteristika der Befehls- und Auftragstaktik ist in Anlehnung an Wittmann (2012, S. 48) in der Tabelle 3.1 illustriert. Die gezeigten Charakteristika der Tabelle 3.1 sind idealtypisch beurteilt. Zudem spiegelt die Tabelle eine eindimensionale Perspektive wider, da sie spezifische Einzelfälle der tatsächlich zu betrachtenden militärischen Prozesse als auch individuelle Eigenschaften von Personen unberücksichtigt lässt. Effizienzbetrachtungen sind beispielsweise stark von der zu bewältigenden Aufgabenstellung respektive Problemstellung abhängig. Deshalb wurde auf weitere zu beurteilende Charakteristika innerhalb der Tabelle 3.1 verzichtet.

Tabelle 3.1
Unterschiede der Charakteristika der Befehls- und Auftragstaktik an Hand eines vereinfachten Beurteilungsschemas nach Wittmann (2012, S. 48)

Charakteristikum	Befehlstaktik	Auftragstaktik
Vertrauen	●○○	●●●
Handlungsfreiheit	●○○	●●●
Lerneffekte	●●○	●●○
Dezentralisierung	●○○	●●●
Bottom-Up Orientierung	●○○	●●●
Eigenverantwortung	●○○	●●●
Selbstinitiative	●○○	●●●
Entscheidungsgeschwindigkeit	●○○	●●●
Ausbildungsaufwand	●●○	●●●
Kostenaufwand	●●○	●●●
Detaillierungsgrad der Befehle	●●●	●○○

●○○ Keine Aussage
●○○ Niedrig
●●○ Mittel
●●● Hoch

Unterschiede zwischen Entscheidungs- und Führungsprozessen

Im Folgenden werden Unterschiede zwischen verschiedenen militärischen Entscheidungs- und Führungsprozessen erörtert. Hierzu wird der deutsche Führungsprozess der Landstreitkräfte (vgl. BMVg, 2017c, S. 6) dem sogenannten *OODA-Loop* (Coram, 2002, S. 327) sowie dem aus der Nato-Vorschrift abgeleiteten Führungsprozess (vgl. NSO, 2016, S. 6; NSO, 2009, S. 84) gegenübergestellt.

Der in der Nato-Vorschrift visualisierte Operations- und Führungsprozess ist in Abbildung 3.5 gezeigt. Die Ausübung von Führung erfolgt dynamisch im Rahmen eines kontinuierlichen und zyklischen Prozesses. Der Prozess besteht aus den Elementen Planung, Vorbereitung und Durchführung. Darüber hinaus unterliegt der Prozess einer ständigen Bewertung von einflussnehmenden Faktoren. Der Befehlshaber als solches steht im Zentrum des Operationsprozesses, siehe Abbildung 3.5.

Der Entscheidungsfindungsprozess (im Englischen: [Military] Decision Making Process) muss demgemäß Bestandteil der Planung sein, wobei an dieser Stelle auf die kulturelle Prägung von Sprache verwiesen werden muss, da nicht kohärente Übersetzungen auch nicht unüblich sind. Exemplarisch sei auf die fünf verschiedenen Bedeutungen von *Command* und die drei unterschiedlichen Bedeutungen von *Command and Control* verwiesen, wie sie in der NSO (2021, S. 29) in englischer und französischer Sprache dokumentiert sind.

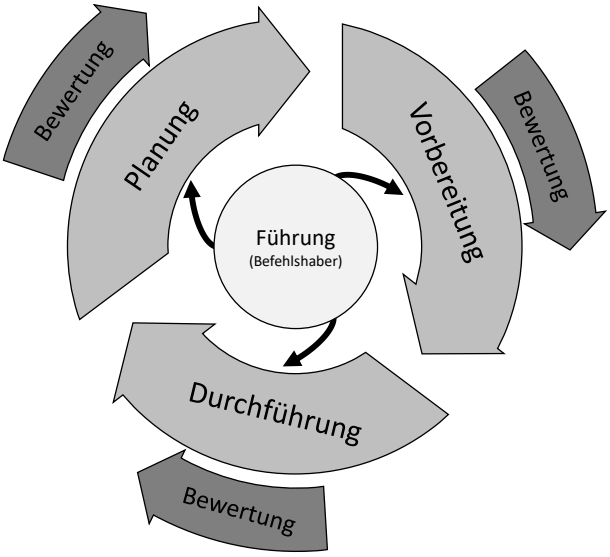


Abbildung 3.5
Operations- und Führungsprozess in Anlehnung an das NSO (2016, S. 6), NSO (2009, S. 84) und NSO (2018, S. 19)

Ferner schildert van Creveld (2020, S. 50), dass das amerikanisch dirigierte System insgesamt an Organisationen der Industrie orientiert war und entsprechend viel Wert auf Planung und Kontrolle respektive Überprüfung gelegt wurde. van Creveld (2020, S. 54) vermutet, dass dies mit der amerikanischen Entstehungsgeschichte des wissenschaftlichen Managements zusammenhängt, welche als Heimat des Taylorismus gilt.
Ein erkennbarer Unterschied zum deutschen Führungsprozess der Landstreitkräfte sind die im Operations- und Führungsprozess dargestellten Komponenten der Vorbereitung und Durchführung, die zum Beispiel Truppenbewegungen und Anpassungen dieser umfassen können (NSO, 2016, S. 70). Nach deutschem Führungsverständnis, ist der militärische Handlungsprozess der Truppenbewegung gerade nicht Teil des Führungsprozesses und ist entsprechend separiert. Daraus lässt sich ein nuanciert verändertes Verständnis bezüglich des Umfangs von Führung ableiten. Ferner wird in der Nato-Vorschrift erwähnt, dass der Fokus der Führung auf der Kampfkraftvervielfachung liegt (NSO, 2016, S. 18), was formell zwar richtig ist, wenn genau jenes das Ziel ist, nichtsdestotrotz wird der Führungsbegriff dadurch mit

einem dezidierten und bereits festgelegten Ziel verknüpft. Aus taktischer Prozesssicht existieren weitere Unterschiede, wie beispielsweise die Integration von spezifizierten Prozessschritten hinsichtlich des Risikomanagements oder das klare Prinzip des durch den Kommandeur gesteuerten (Commanders-Driven) Prozesses (NSO, 2018, S. 23 ff.). Dies birgt nach deutschem Verständnis, Potenzial zu Konflikten hinsichtlich des Führens mit Auftrag. Wenn man zum Beispiel die Führungsarbeit auf Brigadeebene vergleichend betrachtet, wird bei den deutschen Landstreitkräften der Führungsprozess durch den Stab (Staff-Driven) im Auftrag des Kommandeurs gesteuert und nicht durch den Kommandeur selbst. Der Vollständigkeit halber sei dennoch erwähnt, dass sich die Bundeswehr aufgrund der Notwendigkeiten der Interoperabilität annähert, obwohl philosophiert werden kann, ob die Wahl standardisierter Austauschprodukte dem bereits genügend Rechnung trägt. Auf operativer und strategischer Ebene scheint die Wahl einheitlicher Prozesse eindeutig bevorzugt und somit präferiert.

Ein weiterer militärischer Prozess, der als *OODA-Loop* bekannt ist und oft mit agiler Produktentwicklung assoziiert wird, reflektiert ein Artefakt aus dem entwickelten Verständnis von Luftkämpfen im militärischen Kontext, wobei der Schwerpunkt in der Berücksichtigung des Entscheidungsfindungszyklus des Gegners liegt (Stuhde and Panagos, 2023, S. VII). Der gesamtheitliche Zyklus aus *Observe-Orient-Decide-Act (OODA)* ist in Abbildung 3.6 dargestellt. Heute werden die reichhaltigen Beiträge von Boyd auf den

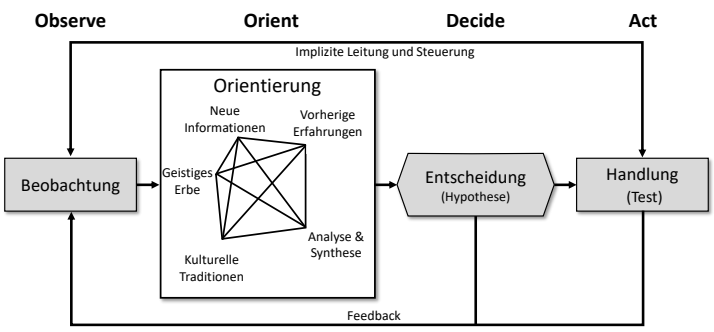


Abbildung 3.6
OODA-Loop in Anlehnung an die Originalskizze von John Boyd und deren Verfeinerung von Chuck Spinney (Coram, 2002, S. 344)

in Abbildung 3.6 gezeigten *OODA-Loop* reduziert (Brown, 2018, S. XVI). Wie Boyd 1996 in einem seiner Schlüsselargumente festhält, ging es um das Wahrnehmen, Beobachten und Sammeln von relevanten Informationen, um sich für zweckmäßige Handlungen zu entscheiden (Boyd, 2012, S. 1). Maßgeblich war dieser Gedanke dadurch geprägt, dass eine interdependente Beziehung zwischen dem Beobachter und dem zu Beobachtenden besteht (Coram, 2002, S. 325 f.). Mit diesem Gedanken war die Erkenntnis verbunden, dass es notwendig sei, schneller als der Gegner in dessen Entscheidungsprozess zu sein, um einen Luftkampf zu gewinnen (Coram, 2002, S. 327). Um sich dies zu verdeutlichen, nutzte und vergegenwärtigte sich Boyd zusätzliche Beispiele, wie das des deutschen Blitzkriegs gegen Frankreich um 1940 (Coram, 2002, S. 328), da man die moderne Militärhistorie damals gerade nicht begreifen konnte, ohne die deutschen Streitkräfte studiert zu haben (Coram, 2002, S. 328; van Creveld, 2020, S. 15). So legte Boyd großen Wert auf die impliziten Konzepte des *OODA-Loops*, insbesondere auf die der Orientierungsphase (Coram, 2002, S. 335), siehe Abbildung 3.6. Dementsprechend war es Boyds Anliegen, den Zyklus nicht bloß konsekutiv abzuarbeiten, sondern in den Geist des Gegners einzudringen, um bessere Entscheidungen treffen zu können.

Der Unterschied zum deutschen Führungsprozess ist, dass der *OODA-Loop* als solcher keinen Führungsprozess darstellt, da ihm die einflussnehmende Handlung zur Verhaltensregulation anderer Menschen fehlt. Dies entspricht auch nicht dem Zweck dessen, wie zuvor beschrieben. Der Prozess gruppiert sich folglich in die Entscheidungsfindungsprozesse ein, wobei das *Act* in seiner Bedeutung als *Test* der dann zuvor abgeleiteten Entscheidung zu interpretieren ist (siehe Abbildung 3.6).

Dies sind die militärisch relevanten Prozesse, welche für die vorliegende Arbeit von besonderem Interesse sind. Es existieren zwar weitere ähnliche militärische Prozesse (vgl. NSO, 2018, S. 77), diese sind jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht mit agilem Projektmanagement oder agiler Produktentwicklung in Verbindung gebracht worden. Nachfolgend werden Unterschiede zum zivilen Management erörtert.

3.3.2 Unterschiede zum zivilen Management

Obgleich Gemeinsamkeiten zwischen militärischen und zivilen Organisationen zweifellos zu finden sind, überragt dennoch eine besondere Charakteristik in der Betrachtung militärischer Organisationen: Der Umgang mit Gewaltmitteln im Kontext gefährlicher Situationen (Horton et al., 1974, S. 4). Dies ist folglich auch spürbar in der Art und Weise der Führung und des Managements adressierter Institutionen. Innerhalb ziviler Organisationen sind in der Regel keine extremen Bedingungen zu berücksichtigen, was zu unterschiedlichen Führungs- und Managementansätzen im Vergleich zu militärischen Organisationen führt. Dies wurde exemplarisch am notwendigen Umgang mit den vorliegenden kontextuellen Randbedingungen verdeutlicht, die bereits in Abschnitt 3.2.1 dargelegt wurden.
Wie Wittmann (2017, S. 35) argumentiert, unterscheiden insbesondere drei Aspekte das zivile Management vom militärischen:

(1) Die Anwendung von letaler Gewalt in großem Umfang oder die Androhung dieser Gewalt
(2) Der Befehl an Untergebene, sich in Gefahr zu begeben, um beabsichtigte Wirkungen zu erzielen
(3) Die Anwendung von spezifischer Militärjustiz in Kombination mit Disziplinargewalt

Ferner ergibt sich aus dem wirtschaftlichen Interesse von Unternehmen (Lindemann, 2016, S. 7; Gausemeier et al., 2018, S. 3), ein Managementansatz, welcher stark durch Kostenoptimierung getrieben ist und gleichzeitig auf die Wettbewerbsbewältigung abzielt (Horsch, 2003, S. 21 ff.). In der Folge muss das zivile Management zum Beispiel die Beherrschung des Wertschöpfungsprozesses gegenüber Wettbewerbern adäquat berücksichtigen (Schuh and Bender, 2012, S. 65), da im Kontrast zum Militär, welches in der Regel über Steuergelder des Staates finanziert wird, Kostenpositionen (z. B. Personalkosten) über Einkünfte der Unternehmen getragen werden müssen. In den Betrachtungen von Unternehmen unterliegen die dort arbeitenden Menschen folglich oft übergeordneten Zielen, wie der Kosteneffizienz und der

Rentabilität (Schulte, 2021, S. 223). Dieser dadurch induzierte Kostendruck erhöht sich sukzessive und stellt Unternehmen zunehmend vor Herausforderungen (Tokarski et al., 2018, S. 160). Wie Kotter (1990, S. 6) auch heute noch gültig formuliert, sind die Planungs- und Budgetierungsprozesse des Managements auf die Beseitigung von unternehmerischen Risiken und auf instrumentelle Rationalität fokussiert. Dies gilt weniger für das Militär, dessen Produkt in abstrahierter Eindimensionalität schließlich die Sicherheit ist und gerade nicht die Wirtschaftlichkeit. Dies führt dazu, dass Managementprozesse dahingehend ausgelegt sind, prognostizierbare Ergebnisse in den für das Unternehmen relevante Dimensionen zu realisieren (Kotter, 1990, S. 151). Diese Zieldimensionen umfassen zum Beispiel Kosten und Zeit.
Ein weiterer Unterschied ergibt sich aus dem Organisationszweck des Militärs, der mit der Wahrung der Sicherheit assoziiert wird und zu einem höheren Grad an Uniformität und Gehorsam führt (Haltiner et al., 2004, S. 14). Insbesondere das bereits skizzierte Prinzip von *Befehl und Gehorsam* im Abschnitt 3.3 findet seine Notwendigkeit in dem für den Bedarfsfall notwendigen verzugsfreien Einsatzfall (Haltiner et al., 2004, S. 14). Die speziellen Anforderungen, die auf den extremen Fall eines Kampfeinsatzes abgestimmt sind, rücken die Bedeutung von Führung stärker in den Fokus als dies im zivilen Management der Fall ist.

Vergleich relevanter Prozesse für die vorliegende Arbeit

An dieser Stelle seien im Kontext dieser Arbeit zwei bekannte Management-Modelle dem deutschen Führungsprozess der Landstreitkräfte gegenübergestellt, namentlich der *PDCA-Zyklus* (vgl. Moen and Norman, 2010, S. 27; Gausemeier and Plass, 2014, S. 304) sowie das sogenannte *Situational Awareness Model* von Endsley (1995, S. 35).
Diese Modelle wurden deshalb gewählt, weil sie in Beziehung zur agilen Produktentwicklung gesetzt werden.
Das erste Modell, der sogenannte *Plan-Do-Check-Act-Zyklus*, ist in Abbildung 3.7 illustriert. Der *PDCA-Zyklus* beschreibt in seinem Ursprungsgedanken eine Verbesserungsschleife zur Erreichung einer festgelegten Qualität als Zielgröße (vgl. Shewart, 1939, S. 1 ff.) und ist heute ein Element, dass dem Qualitätsmanagement zugeschrieben wird (DIN, 2015, S. 3).

Dabei beruht der in Abbildung 3.7 visualisierte *PDCA-Zyklus* historisch auf einem dreiphasigen Prozess, welcher aus den Aktivitäten Spezifikation, Produktion und Inspektion zusammengesetzt ist (Shewart, 1939, S. 45).



Abbildung 3.7
PDCA-Zyklus in Anlehnung an Moen and Norman (2010, S. 27); Originalkonzept von Walter Andrew Shewhart sowie dessen Verfeinerung von William Edwards Deming (Moen and Norman, 2010, S. 24)

Wie in Shewart (1939, S. 45) beschrieben, kann es mitunter sogar hilfreich sein, sich den Prozess der Qualitätsverbesserung als eine Abfolge von Schritten innerhalb einer Methode vorzustellen. Dieser dreiphasige Prozess wurde durch Deming zu dem Shewart-Zyklus erweitert (Deming, 1986, S. 88) und ist ebenso auch als *PDSA-Zyklus* (*Plan-Do-Study-Act-Zyklus*) bekannt (vgl. Deming, 2000, S. 132; Wynn and Clarkson, 2024, S. 209).
Mittlerweile wird der *PDCA-Zyklus* in modifizierter Art genutzt, um beispielsweise Problemlösungsprozesse anzureichern (Scaled Agile, 2021, S. 22; Wynn and Clarkson, 2024, S. 209) oder gar agile Produktentwicklung zu fundieren (Srinivasan et al., 2019, S. 3119; Atzberger, 2022, S. 42; Böhmer et al., 2017, S. 4), was zum Beispiel kritisch in Frage gestellt werden darf (vgl. Saleh and Watson, 2017, S. 709).
Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass im Zentrum der Anwendung des *PDCA-Zyklus* die kontinuierliche Prozessverbesserung steht, obgleich auch eine beabsichtigte Zweckentfremdung einen Nutzen erfüllen kann. Der wesent-

liche Unterschied zum Führungsprozess liegt darin, dass der *PDCA-Zyklus* das Verbesserungsmanagement von bestehenden Prozessen fokussiert (Gausemeier and Plass, 2014, S. 304), während der Führungsprozess die Verhaltensregulation von Personen im Hinblick auf festgelegte Ziele thematisiert. Dies stellt einen subtilen Unterschied dar und spiegelt sich ferner in der deskriptiven Systematik wider.

Ein weiteres bereits mit der Agilität in Verbindung gebrachtes Modell, ist das *Situational Awareness Model* (vgl. Waters et al., 2016, S. 116 ff.; Stray et al., 2016, S. 110). Das theoretische Modell des Situationsbewusstseins ist eng mit der dynamischen und menschlichen Entscheidungsfindung verknüpft (Endsley, 1995, S. 32). Das im Kontext der dynamischen Entscheidungsfindung stehende Modell des Situationsbewusstseins ist in Abbildung 3.8 illustriert.

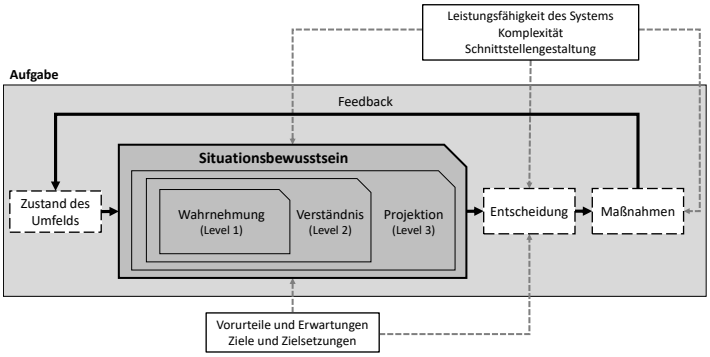


Abbildung 3.8
Modell des Situationsbewusstseins in Anlehnung an die Skizze von Mica Endsley (Endsley, 1995, S. 35)

Innerhalb der Abbildung 3.8 sind die vor- und nachgelagerten Prozesse gestrichelt markiert. Das Situationsbewusstsein, welches definiert ist als *„die Wahrnehmung der Elemente in der Umwelt innerhalb eines Zeit- und Raumvolumens, das Verstehen ihrer Bedeutung und die Projektion ihres Status in der nahen Zukunft“* (Endsley, 1995, S. 36), steht im Zentrum dieser Abbildung und fokussiert die Wahrnehmung von Personen bezogen auf eine gestellte Aufgabe im Kontext jener gleichen Aufgabe. Wie Endsley (1995, S. 39) argumentiert, legte Sie Wert darauf, dass Verbindungen zur Entscheidungsfindung und Maßnahmendurchführung veranschaulicht werden, da das Situationsbewusstsein genau diese

Prozesse moderieren würde. Auf übergeordneter Ebene ist das Situationsbewusstsein folglich auch mit den persönlichen Zielen verknüpft, da die Ziele die Ausgangssituationen von Entscheidungsfindungsprozessen determinieren.
Der wesentliche Unterschied zum Führungsprozess der Landstreitkräfte ist, dass der Fokus auf den vorgelagerten Prozess der Entscheidungsfindung in komplexen Systemen liegt und darüber hinaus die Personenaufgabe als solches thematisiert wird, da die Person gemäß Endsley (1995, S. 60) als Brennpunkt der Entscheidungsfindung betrachtet werden kann. Gruppen- und Teamdynamiken sind nur randständig erwähnt.
Die durchgeführten Vergleiche zielten darauf ab, bestehende Unterschiede zwischen publizierten Modellen und dem Führungsprozess der Landstreitkräfte herauszuarbeiten, da sie im Verlauf der Arbeit für das agile Projektmanagement und die agile Produktentwicklung relevant sein werden.

3.4 Schlussfolgerungen und Fazit

In diesem Kapitel erfolgte eine kursorische Erörterung der für diese Arbeit essenziellen militärischen Grundlagen. Unter Vergegenwärtigung der beschriebenen Inhalte des Kapitels 2 sind Ähnlichkeiten in Randbedingungen als auch Konzepten zu erkennen. So sind zum Beispiel die mit dem militärischen Kontext assoziierten VUCA-Umweltbedingungen auch für zivile Kontexte relevant (vgl. Barber, 1992, S. 8; Bennett and Lemoine, 2014, S. 311; Horney et al., 2016, S. 2 f.).
Bereits in der Vergangenheit wurden Anstrengungen unternommen, um Verbindungen zwischen Agilitäts- und Militärkonzepten herzustellen (vgl. Adolph, 2006; Harvie and Agah, 2016; Tudose, 2021; Amorim et al., 2023).
Nichtsdestotrotz sind die in dieser Dissertationsschrift adressierten Forschungsfragen bis zum heutigen Zeitpunkt unbeantwortet geblieben. Ferner sind im Kontext des agilen Projektmanagements sowie der agilen Produktentwicklung deutsch-militärische Führungsansätze weitestgehend unbetrachtet geblieben. Die Idee wissenschaftlich fundierte Kontrastierungen

vorzunehmen ist als solches nicht neu (vgl. Ziegler and DeGrosky, 2008; Wittmann, 2017), dennoch sind insbesondere deutsch-militärische Verbindungen weitestgehend unerforscht geblieben, über dessen Ursachen nur spekuliert werden kann. Das Potenzial von reichhaltigen Analogien ist gegeben.

Wie Dong et al. (2024, S. 11) schildern nutzen Organisationen manchmal ähnliche Ansätze, klassifizieren diese aber nicht unbedingt gleich. Dies ist auch eine Hypothese der vorliegenden Arbeit (vgl. Kapitel 1). Wie von Clausewitz (Guth, 2016, S. 71) schon formulierte, ist *„das erste Geschäft einer jeden Theorie das Aufräumen der durcheinander geworfenen und, man kann wohl sagen, sehr ineinander verfilzten Begriffe und Vorstellungen."*

Daher erscheint es besonders interessant die bereits formulierten Forschungshypothesen und -fragen im Kontext dieser Arbeit zu untersuchen. Wie Teece et al. (2016, S. 30) schildern ist es nicht selbstverständlich, dass alle Agilitätskonzepte und Prinzipien immer wertschöpfend oder wertbewahrend sind.

Es liegt auf der Hand, dass strategische Entscheidungen, Führungsansätze sowie organisatorische Strukturen und Konzepte im Kontext der jeweiligen Organisation immer gemeinsam betrachtet werden müssen. Obgleich eine Manövrierfähigkeit oder „Beweglichkeit" im Kontext militärischer Streitkräfte eine durchaus wertvolle Eigenschaft sein kann, um beabsichtigte Wirkungen zu erzielen, gibt es dennoch Belege dafür, dass ihre Einschränkungen gewissen Notwendigkeiten unterworfen sind. Diese Notwendigkeiten ergeben sich beispielsweise aus der gemeinsamen und stringenten militärischen Operationsführung. Anders formuliert, haben sowohl die Gewährleistung der gemeinsamen militärischen Operationsführung als auch die Manövrierfähigkeit ihren „Preis" und erfordern daher eine Ausbalancierung. Wie im Abschnitt 1.3.1 beschrieben, gilt es genau dort anzuknüpfen und sich mit Wirkmechanismen der Führungskonzepte agiler Produktentwicklungprojekte kritisch auseinanderzusetzen.

Der Forschungsansatz dient somit der systematischen Bearbeitung der formalisierten Hypothesen und Fragestellungen, und ist daher Gegenstand des nachfolgenden Kapitels.

4

Forschungsansatz

4.1 Design Research Methodology 150
4.2 Methodeneinsatz in der Design Research Methodology . . 153
4.2.1 Klärung des Forschungsgegenstands 153
4.2.2 Methodeneinsatz Deskriptive Studie I 155
4.2.3 Methodeneinsatz Präskriptive Studie 160
4.2.4 Methodeneinsatz Deskriptive Studie II 169
4.3 Fazit 175

Forschungsvorgehen in der Produktentwicklung

In der Forschung und Wissenschaftstheorie haben sich diverse Vorgehensweisen etabliert, um Forschungsanliegen adäquat und rigoros zu unterstützen. Im Rahmen der interdisziplinären und produktorientierten Forschung haben sich insbesondere die *Design Science Research* (Dresch et al., 2015), die *Spiral of Applied Research* (Eckert et al., 2003) sowie die *Design Research Methodology* (Blessing and Chakrabarti, 2009) bewährt. Die drei Ansätze beinhalten gleichermaßen iterative Schritte zur Analyse und Synthese sowie weitere Orientierungshilfen zur Durchführung von Forschungsvorhaben in der Produktentwicklung.

Forschungsvorgehen in der vorliegenden Dissertation

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die Design Research Methodology verwendet, da diese ein generisches Framework zur Organisation von Forschungsvorhaben bereitstellt und darüber hinaus umfassend beschrieben ist. Dies gilt zum Beispiel nicht für die Publikation von Eckert et al. (2003), welche inhaltlich weniger ausdifferenziert ist. Im Kontrast dazu, ist die Design Research Methodology gegenüber der Design Science Research stärker präskriptiv, weshalb diese zum präferierten Framework des Autors dieser Arbeit wurde. Wie Atzberger (2022, S. 55) rückblickend feststellt, bestehen trotz der unterschiedlichen Beschreibungen keine signifikanten Unterschiede im Vorgehen.

4.1 Design Research Methodology

Anspruch methodischen Forschungsvorgehens

Die Design Research Methodology (DRM) nach Blessing and Chakrabarti (2009) bietet vielfältige hilfreiche Anhaltspunkte, um Forschungsanliegen wissenschaftlich rigoros durchzuführen. Durch die Bereitstellung von Indikatoren zur Anwendung geeigneter Forschungsmethoden wird der Forschungsprozess bereits von Beginn an methodisch unterstützt, wodurch die Erarbeitung gültiger Forschungsergebnisse gefördert wird.
Durch die adäquate Dokumentation eines streng geleiteten und durchgeführten Forschungsvorgehens kann die vorliegende Dissertationsschrift durch zukünftige Leser methodisch nachvollzogen, bestätigt und kritisiert werden.

Allgemeines zur Design Research Methodology

Die Design Research Methodology basiert auf einem generischen Framework und beinhaltet unterschiedliche Phasen, welche iterativ bearbeitet werden können. In Abbildung 4.1 ist das generische Framework illustriert.

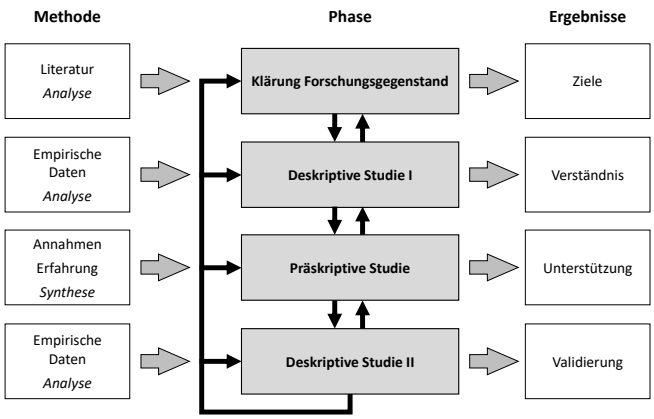


Abbildung 4.1
Design Research Methodology nach Blessing and Chakrabarti (2009, S. 15)

Gemäß Abbildung 4.1 umfasst die Design Research Methodology vier Phasen: Klärung des Forschungsgegenstands, Deskriptive Studie I, Präskriptive Studie sowie die Deskriptive Studie II. Diese sind vereinfacht konsekutiv dargestellt, nichtsdestotrotz erkennen die Verfasser an, dass die Phasen nicht zwingend aufeinanderfolgend durchlaufen werden müssen. Dadurch wird sowohl der schöpferischen Kreativität des Forschers als auch

der Serendipität des Forschungsprozesses Rechnung getragen.

Klärung des Forschungsgegenstands

In der ersten Phase wird das Ziel der Forschung identifiziert und formuliert (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 43). Als Ergebnis folgen initiale Forschungshypothesen, Forschungsfragen sowie ein darauf basierendes Forschungsziel. Auf Basis dieses Ziels kann ein initialer Forschungsplan erarbeitet werden.

Deskriptive Studie I

Im Rahmen der deskriptiven Studie I soll die zu verbessernde Situation in ihrer Komplexität und Vielschichtigkeit verstanden werden (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 75). Die Erarbeitung eines tiefergehenden Verständnisses bietet somit eine solide Grundlage für die Entwicklung einer zweckgerichteten Unterstützung. Infolgedessen werden in dieser Phase die Forschungsziele präzisiert, die Relevanz des Themas konkretisiert und die bis dahin vage formulierten Kriterien zur Erfolgsmessung fixiert. Durch das erarbeitete Verständnis der Ist- und Soll-Situation wird der Problemraum folglich adäquat eingegrenzt.

Präskriptive Studie

Die Lösung des internalisierten Problems wird in der präskriptiven Studie erarbeitet (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 141). Die gewonnenen Erkenntnisse der deskriptiven Studie(n) fließen kontinuierlich in die präskriptive Studie ein, um das Problem zu lösen oder eine Verbesserung zu erzielen. Dadurch entsteht im Rahmen dieser Phase eine reelle Unterstützung zum Beispiel in Form eines Produkts, Modells oder anderen Artefakts.

Deskriptive Studie II

Das Ergebnis wird anhand zuvor definierter Kriterien bezüglich Funktionalität und Konsistenz evaluiert (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 181). Innerhalb dieser Phase stellen die Autoren unterschiedliche Arten der Evaluation vor, wie zum Beispiel die Unterstützungsevaluation, die Anwendungsevaluation als auch die Erfolgsevaluation. Die Unterstützungsevaluation wird bereits in der präskriptiven Phase durchgeführt und dient somit als Voraussetzung für die nachfolgende Phase der deskriptiven Studie II (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 148). Die Unterstützungsevaluation beschäftigt sich mit der Frage, ob die entwickelte Unterstützung tatsächlich geeignet ist, um das Problem zu lösen. Die Anwendungsevaluation hingegen beschäftigt sich mit der Frage, ob die entwickelte Unterstützung tatsächlich genutzt und somit zu einer Verbesserung beitragen kann. Die Erfolgse-

valuation und die damit einhergehende umfassende Validierung der entwickelten Unterstützung kann in der Regel nur mittels longitudinaler empirischer Untersuchungen erreicht werden, da sich die Erfolgskriterien oft erst über eine gewisse Zeit einstellen können. Innerhalb dieser Arbeit wird der Begriff der Validierung im Sinne einer Unterstützungs- und Anwendungsevaluation austauschbar und folglich als Synonym verwendet.

Forschungstypen der Design Research Methodology

Die Design Research Methodology unterscheidet unterschiedliche Forschungstypen, die sich im Umfang unterscheiden (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 18). Demgemäß werden die vier verschiedenen Phasen des generischen Frameworks der Design Research Methodology entweder literaturbasiert, umfassend oder initial bearbeitet (siehe Abbildung 4.2).

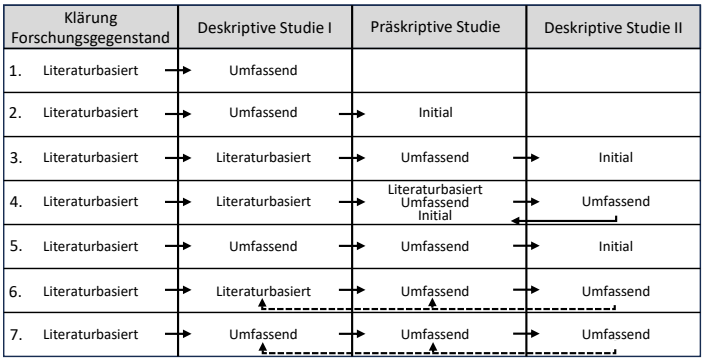


Abbildung 4.2
Typen von Forschungsprojekten im Bereich der Produktentwicklung nach Blessing and Chakrabarti (2009, S. 18); Iterationen sind nicht dargestellt.

Im Gegensatz zur literaturbasierten Bearbeitung einer Phase werden bei einer umfassenden Bearbeitung zusätzliche empirische Daten erhoben und ausgewertet (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 18). Dadurch wird die Forschung durch praxisrelevante Daten erweitert und fundiert. Eine initiale Bearbeitung gemäß der Design Research Methodology umfasst die ersten Schritte einer Arbeitsphase und deutet auf etwaige Konsequenzen hin. In der Regel werden damit Forschungsvorhaben abgeschlossen. Die initiale Bearbeitung einer Phase dient folglich als Ausgangspunkt für weitere Maßnahmen oder Forschungsprojekte.

Forschungstyp der vorliegenden Dissertation

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf den Forschungstyp 5 der Design Research Methodology, in dem die Klärung des Forschungsgegenstands literaturbasiert, die Deskriptive Studie I umfassend,

die Präskriptive Studie umfassend und die Deskriptive Studie II initial bearbeitet werden. Die Ursache dafür lag in der Notwendigkeit, eine umfassende deskriptive Studie I durchzuführen, sowie in den zeitlichen Beschränkungen des Forschungsprojekts bei der deskriptiven Studie II, sodass diese nur initial bearbeitet werden konnte. Der Forschungsprozess beinhaltete der Vollständigkeit halber zahlreiche Iterationen.

In der Abbildung 4.3 sind die Forschungsergebnisse dieser Arbeit, die sich aus der Anwendung des DRM-Frameworks ergeben haben, illustriert und entsprechend der Kapitel verortet.

Verortung der Forschungsergebnisse der vorliegenden Arbeit

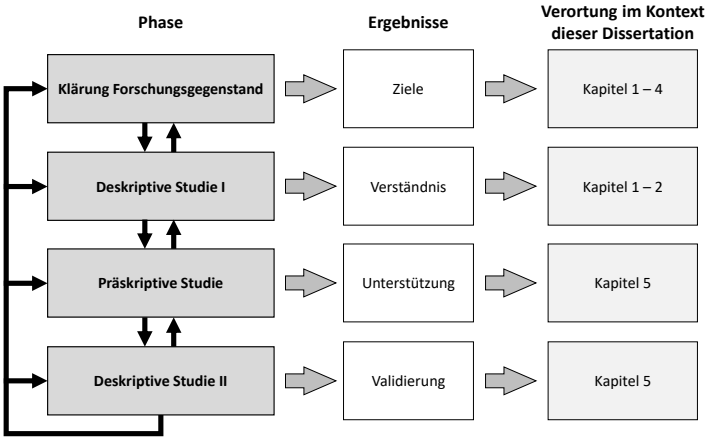


Abbildung 4.3
Verortung der Forschungsergebnisse innerhalb der vorliegenden Dissertation

4.2 Methodeneinsatz in der Design Research Methodology

In den nächsten Abschnitten werden die im Kontext der vorliegenden Arbeit zur Anwendung gebrachten Forschungsmethoden innerhalb der einzelnen Forschungsphasen vorgestellt und anhand eines Beispiels erläutert.

4.2.1 Klärung des Forschungsgegenstands

Wie durch Blessing and Chakrabarti (2009, S. 15) beschrieben, müssen Forscher Hinweise finden, die auf ein realistisches und lohnendes Forschungsziel verweisen. Gemäß den Autoren dient

die Methode der Literaturrecherche initial diesem Zweck.

Zweck von Literaturrecherchen

Der Zweck einer Literaturrecherche ist es, den aktuellen Stand des Wissens eines spezifizierten Themas zu erfassen, um Forschungsbedarfe zu identifizieren, zu verstehen und zu überprüfen (Carrera-Rivera et al., 2022, S. 2). Das Erfassen und Analysieren des bestehenden Wissens ist insofern eine immanent wichtige Aufgabe jedes Forschungsvorhabens, um den Forschungsgegenstand qualifiziert abzugrenzen.

Nach Machi and McEvoy (2016, S. 1 f.) kann zwischen einfachen und komplexen Literaturrecherchen unterschieden werden. Diese unterscheiden sich im Zweck. *„Wenn der Zweck der Untersuchung darin besteht, eine Position zum aktuellen Wissensstand eines Themas zu vertreten, dann handelt es sich um eine einfache Literaturrecherche. Wenn der Zweck der Untersuchung darin besteht, die Literatur zu sichten, um ein Forschungsproblem für weitere Untersuchungen aufzudecken, dann handelt es sich um eine komplexe Literaturrecherche“* (Machi and McEvoy, 2016, S. 3).

Ähnliche Auffassungen vertreten andere Autoren, welche die komplexe Literaturrecherche zum Beispiel als *„Standalone“* Literaturrecherche bezeichnen (Okoli, 2015, S. 880). Gemeinsam ist allen Literaturrecherchen, dass sie methodisch in systematischer Art und Weise durchgeführt werden sollten (Carrera-Rivera et al., 2022, S. 1; Boell and Cecez-Kecmanovic, 2015, S. 1; Machi and McEvoy, 2016, S. 5; Okoli, 2015, S. 882). Dementsprechend ist das Vorgehen zur Durchführung einer strukturierten Literaturrecherche üblicherweise methodisch geleitet und entsprechend formalisiert.

Schritte der komplexen Literaturrecherche

Machi and McEvoy (2016, S. 5 f.) beschreiben die Literaturrecherche als einen kritischen Denkprozess und schlagen sechs aufeinanderfolgende Schritte zur Durchführung der komplexen Literaturrecherche vor, welche als Startpunkt für Dissertationen dienen können. Im ersten Schritt wird das Thema eingegrenzt und das Problem definiert. Im zweiten Schritt werden Argumentationshilfen und Behauptungen erarbeitet, welche systematisch geprüft werden sollen. Im dritten Schritt wird die Literatur durchsucht und gesammelt. Im darauffolgenden Schritt wird sich auf Basis der vorangegangenen Schritte ein Überblick

erarbeitet. Durch die Analyse der gesammelten Literatur werden in einem fünften Schritt Schlussfolgerungen gezogen. Diese werden im letzten Schritt kommuniziert und aufbereitet.

Schritte der einfachen Literaturrecherche

Die einfache Literaturrecherche bedient sich gemäß dieser Beschreibung der ersten vier Schritte und skizziert folglich lediglich eine Position (Machi and McEvoy, 2016, S. 3 ff.).

Arten von Literaturquellen

Machi and McEvoy (2016, S. 66) unterscheiden zur Erarbeitung einer entsprechenden Datengrundlage verschiedene Literaturquellen. Fundierte und anerkannte theoretische Grundlagen werden zum Beispiel in Grundlagenwerken und Monographien festgehalten, wohingegen Konferenzbeiträge und Fachzeitschriften (Journals) aktuelle Forschungstrends behandeln.

Vorgehen des Autor der vorliegenden Arbeit

Im Sinne dieses Vorgehens, wurden sich die forschungsrelevanten Felder zunächst ab Beginn des Forschungsvorhabens 2021 mittels einfacher Literaturrecherchen erarbeitet und durch komplexe Literaturrecherchen fokussiert. Die Fokussierung ist bereits Bestandteil der deskriptiven Studie I. In der nachfolgenden Sektion wird die konkrete Durchführung der Literaturrecherche sowie der damit assoziierte Prozess anhand eines Beispiels detaillierter beschrieben. Die Ergebnisse des erarbeiteten Wissensfundus inklusive Verortung im Kontext der vorliegenden Arbeit sind in Abbildung 4.3 visualisiert.

4.2.2 Methodeneinsatz Deskriptive Studie I

Um die Forschungsarbeit inhaltlich zu fokussieren, wurden im Rahmen der deskriptiven Studie I zusätzliche empirische Daten gesammelt und analysiert (vgl. Blessing and Chakrabarti, 2009). Grundsätzlich können jegliche Methodentypen (z. B. qualitative oder quantitative) zur Durchführung von empirischen Studien genutzt werden, um die zu untersuchenden Phänomene in ihrer Vielfalt zu verstehen (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 76). Im Kontext dieses Forschungsprojekts sei auf die bereits zitierten empirischen Studien verwiesen, welche in Zusammenarbeit mit anderen Autoren entstanden sind, sowie auf weitere Veröffentlichungen im Verlaufe dieser Phase (z. B. Michalides et al., 2023a; Michalides et al., 2023b). Dies sei in Abbildung 4.4 illustriert. Wie in Abschnitt 4.1 und Abbildung 4.4 angedeutet, sind die

einzelnen Phasen nicht streng konsekutiv bearbeitet worden. In der praktischen Anwendung des DRM-Frameworks erwiesen sich die Iterationen zwischen den Phasen Klärung des Forschungsgegenstands und Deskriptive Studie I im Kontext des Promotionsprojekts als unverzichtbar.

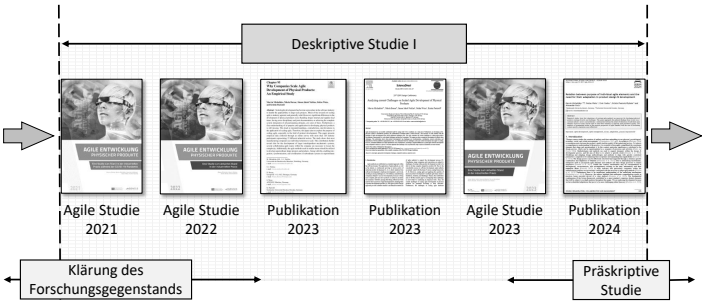


Abbildung 4.4
Veranschaulichung der Ergebnisartefakte der deskriptiven Studie I

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen zur Durchführung der komplexen Literaturrecherche und der Anfertigung der empirischen Studien innerhalb der deskriptiven Studie I erläutert. Dieses Vorgehen kam mehrfach zur Anwendung, weshalb das Vorgehen lediglich (also stellvertretend) für jeweils eine komplexe Literaturrecherche sowie eine empirische Studie detailliert erläutert wird.

Methodisches Vorgehen: Literaturrecherche am Beispiel Agilität

Das Ziel der komplexen Literaturrecherche war es, Agilität im Kontext der Produktentwicklung zu begreifen und gleichzeitig die Annahme zu überprüfen, ob Agilität als solches bereits systemtheoretisch konzeptualisiert ist. Auf Basis des Untersuchungsinteresses wurde der nachfolgende Suchstring definiert:

Suchstring

(((agility) AND (theory OR concept OR understanding OR definition OR classification OR config OR perspective OR construct)) AND ((agility) AND (systems thinking OR systematic thinking)))*.

Datenerhebung

Als Wissensdatenbank wurde *Scopus* genutzt. An dieser Stelle ist anzumerken, dass weitere Datenbanken existieren, diese jedoch einen anderen inhaltlichen Fokus haben (z. B. *PubMed* - Gesundheit und Medizin) oder darüber hinaus nicht peer-reviewte Artikel liefern (z. B. *Google Scholar*). Im Bereich der Produktentwicklung hat sich die Nutzung von Scopus als Primärwissensdatenbank bewährt und etabliert.

Diese Literaturrecherche wurde im Mai 2023 durchgeführt. Die nachfolgend beschriebenen Prozessschritte sind in der Abbildung 4.5 illustriert.

ⓘ Eine initiale Recherche zur Agilität erfolgte bereits im Jahr 2022

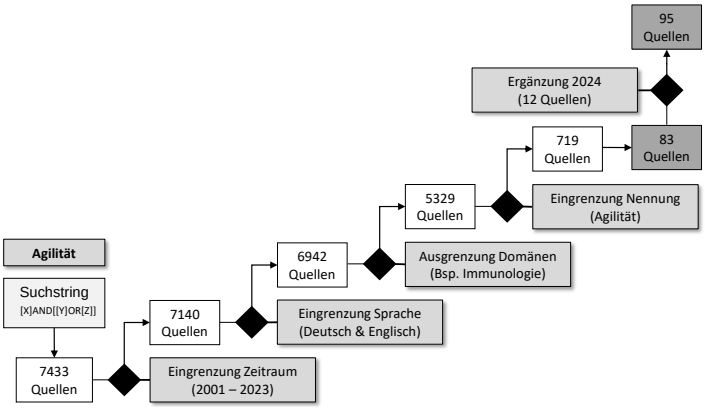


Abbildung 4.5
Veranschaulichung der Prozessschritte der Literaturrecherche

Über die Wissensdatenbank Scopus wurden initial 7433 Dokumente ausgegeben. Auf Grund der kompliziert zu handhabenden Anzahl an Treffern wurde die Suche weiter eingegrenzt, um den zeitlichen Bedarf zur Durchführung der Literaturrecherche zu reduzieren. Es sei darauf hingewiesen, dass durch die Anwendung der nachfolgend beschriebenen Filterkriterien ein Risiko entsteht, da mit jedem Filtervorgang potenzielle zu berücksichtigende Beiträge exkludiert werden. Dieses Risiko wurde unter Berücksichtigung des beabsichtigten Ziels durch den Autor bewusst akzeptiert.

Zunächst wurde das Agile Manifesto der Softwareentwicklung (vgl. Beck et al., 2001) als Referenz zur unteren, linksseitig dargestellten Eingrenzung des zu untersuchenden Zeitraums (2001 bis 2023) gewählt. Die Obergrenze ergab sich aus dem Zeitpunkt der Durchführung der Literaturrecherche. Diese Eingrenzung lieferte 7140 Treffer. Anschließend wurden nur diejenigen Beiträge inkludiert, die in englischer oder deutscher Sprache verfasst wurden. Die Anwendung dieses Filters lieferte 6942 Treffer. Fortfolgend wurden die Themengebiete Physik und Astronomie, Mathematik, Materialwissenschaften, Erd- und Planetenwissenschaften, Biologie und Biochemie, Agrarwissenschaften, Pflege,

Neurologie, Pharmakologie, Immunologie und Mikrobiologie, Veterinär-, Zahn,- und Humanmedizin ausgeschlossen. In diesen Fachbereichen wurden keine relevanten Ergebnisse vermutet, die zum Verständnis von Agilität im Zusammenhang mit der Produktentwicklung beitragen würden. Diese Eingrenzung lieferte 5329 Treffer. In einem nächsten Schritt wurde der Begriff *Agilität (DE/EN)* als Schlagwort vorausgesetzt, sodass sich die Ausgabe an Treffern auf 719 Artikel reduzierte.
In einem nächsten Schritt wurden die gezeigten Treffer Inhaltsbasiert gescannt. Die Kurzanalyse sowie die Anwendung eines rekursiven Verfahren der Sichtung von Querverweisen lieferte in Summe 83 relevante Treffer. Die relevanten Treffer wurden im Juni 2024 um 12 weitere Publikationen ergänzt, sodass sich im Kontext dieser Arbeit 95 Artikel als relevant herauskristallisierten. Die 12 weiteren Publikationen ergaben sich aus der erneuten Anwendung des zuvor dokumentierten Verfahrens.

Datenanalyse

Diese wissenschaftlichen Beiträge wurde im Kontext dieser Arbeit analysiert und ausgewertet.
Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche sind sowohl in den Kapiteln 1 und 2 aufgegriffen als auch die Grundlage für die weiterführende Präzisierung des Agilitätskonzeptes innerhalb der Sektion 5.1. Der Ansatz zur Präzisierung des Konzeptes der Agilität ist Inhalt des Abschnitts 4.2.3.

Methodisches Vorgehen: Empirische Studienserie am Beispiel 2022

Das Ziel der Empirie war es, reale agile Anwendungspraktiken zu analysieren, um die kontemporäre Situation der industriellen Praxis im deutschsprachigen Raum zu erfassen und besser zu verstehen. Fortfolgend wird das Vorgehen zur Erarbeitung der empirischen Studienergebnisse im Jahr 2022 erläutert, dessen deskriptive Ergebnisse online verfügbar sind (vgl. Michalides et al., 2022). Die referenzierte Studie wird deshalb gewählt, da der Autor als Erstautor federführend die Verantwortung trug.

Konzipierung

Die Studie aus dem Jahr 2022 wurde so konzipiert, dass die Fragestellungen den partizipierenden Industrievertretern in Form eines Onlinefragebogens zur Verfügung gestellt werden konnten. Die Fragestellungen operationalisierten hierbei die zugrunde liegenden Forschungshypothesen, welche für das Forschungsteam zum jeweiligen Zeitpunkt von Interesse waren. Die Umfra-

ge beinhaltete 42 Fragestellungen, wobei 41 Fragestellungen als geschlossene Fragestellungen konzipiert wurden. Dies ermöglichte den Autoren eine statistisch standardisierte und deskriptive Auswertung der erhobenen Daten. Eine weitere Fragestellung wurde offen konzipiert, weshalb qualitative Methoden zur Auswertung dieser erhobenen Daten eingesetzt werden mussten. Der Unterschied zwischen geschlossenen und offenen Fragestellungen liegt in der Varianz der Antwortvorgaben (Baur and Blasius, 2014, S. 604), wobei die eingesetzten Messinstrumente (z. B. Fragebogen) vorgefertigte Mess- und Antwortkategorien vorgeben oder nicht. So enthalten offene Fragestellungen keine Antwortvorgaben, sodass diese als Freitext zu beantworten sind. In Folge dessen müssen geschlossene Fragestellungen strikt systematisiert und strukturiert werden. Um möglichst äquidistante und eindeutige Antwortskalen für die Bewertung von Intensität, Wahrscheinlichkeit und Zustimmung darstellen zu können, stützte sich das Forscherteam auf die Arbeiten von Rohrmann (1978, S. 222 ff.), Baur and Blasius (2014, S. 604 ff.) und Bühner (2021, S. 55 ff.). Wie Rohrmann (1978, S. 223) darlegt, repräsentieren Antwortskalen *„eine Graduierung des Kontinuums, auf dem geurteilt werden soll."* Die genannten Arbeiten unterstützen folglich in der rigorosen Ableitung geeigneter Frage- und Kategorietypen sowie der anschließenden Graduierung dieser. Im Kontext der Studie 2022 wurden Antwortskalen des Typs Likert verwendet. Die umgangssprachlich bezeichnete Likert-Skala hat Ihren Ursprung in der methodisch „haltbaren" Messung von persönlichen Einstellungen (Likert, 1932). Zur Unterstützung der Konzeptualisierung und Auswertung der einzelnen offenen Fragestellung wurden die Arbeiten von Reichertz (2016, S. 175 ff.) und Mayring and Brunner (2009, S. 671 ff.) genutzt.

Datenerhebung

Die Datenerhebungsphase der Studie fand im Zeitraum von Januar 2022 bis März 2022 mit Hilfe des Onlinetools der *Survey Monkey Inc.* statt. Zur Vermeidung kultureller Differenzen wurden ausschließlich die deutschsprachigen Regionen befragt (Deutschland, Österreich, Schweiz). Ferner wurden die Antwortoptionen bei jeder Frage in randomisierter Reihenfolge aufgelistet, um Verzerrungen zu minimieren und gleiche Ausgangsbe-

dingungen für die Umfrageteilnehmer zu schaffen. Des Weiteren wurden die Partizipanten durch die Anwendung von Kriterien im demografischen Teil gefiltert. Durch diese Filterung wurden diejenigen Teilnehmer identifiziert, die tatsächlich physische Produkte entwickelten und Erfahrung im Umgang mit agiler Produktentwicklung hatten. In der Folge wurden alle reinen Softwareentwickler systematisch ausgeschlossen, da der Fokus der Studie bewusst nicht auf der Softwareentwicklung lag.

Distribution

Die Autoren nutzten drei verschiedene Kanäle, um die Umfrage zu verbreiten. Zum einen wurde in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) der Zugangslink über dessen VDI-Fachbereich Produktentwicklung und Projektmanagement und dessen Newsletter verbreitet. Darüber hinaus wurde der Link über personalisierte E-Mails an rund 700 Entwickler im Umfeld des Autorenteams verschickt. Zusätzlich wurde ein Teaser für die Studie über soziale Netzwerke wie *XING (New Work SE)* und *LinkedIn (Microsoft Konzern)* veröffentlicht. Die Teilnehmer nahmen freiwillig und ohne Unterstützung der Autoren teil. In Summe nahmen 128 Agilisten aus der industriellen Praxis an der Umfrage 2022 teil.

Datenanalyse und Publikation

Nach erfolgter Datenanalyse unter Nutzung der Software *IBM SPSS (International Business Machines Corporation - Statistical Package for the Social Sciences)* wurden die Studienergebnisse von 2022 verschriftlicht und publiziert. Dieses Vorgehen ist äquivalent in weiteren Studien der Studienreihe des Instituts für Technische Produktentwicklung (ITPE) angewendet worden (vgl. Nicklas et al., 2021; Weiss et al., 2023).

ⓘ Weitere Studien des ITPE: Atzberger et al. (2020a); Schmidt et al. (2019); Schmidt et al. (2018a)

Zu den vorherigen Studien kann keine genaue Aussage gemacht werden, da der Verfasser der vorliegenden Dissertation nicht Teil des Autorenteams war. Nichtsdestotrotz haben die gesamtheitlichen Ergebnisse der Studien wesentlich zum Verständnis der Probleme und Herausforderungen in der agilen Entwicklung physischer Produkte beigetragen, siehe Kapitel 1 und Kapitel 2.

4.2.3 Methodeneinsatz Präskriptive Studie

Innerhalb der präskriptiven Studie wird unter Nutzung der in den deskriptiven Studien gewonnenen Erkenntnisse eine Un-

terstützung erarbeitet, welche die problematisierte Situation verbessern soll (Blessing and Chakrabarti, 2009, S. 141).
Wie bereits in den Abschnitten 1.2 und 1.3 angedeutet, bedarf es zur situationsgerechten Adaption und Anwendung agiler Elemente ein verbessertes Verständnis hinsichtlich des Konzeptes der Agilität. Innerhalb des vorherigen Abschnittes 4.2.2 wurde bereits angedeutet, dass insbesondere die Annahme überprüft werden soll, ob und inwiefern eine Konzeptualisierung des Agilitätskonstruktes existent ist. Die Ergebnisse der komplexen Literaturrecherche dienen im Nachfolgenden also als Startpunkt zur Präzisierung des Konzeptes. Die Resultate der komplexen Literaturrecherche sind im Abschnitt 2.4 dokumentiert und wurden im Ergebnisteil 5.1 erneut aufgegriffen.

Methodisches Vorgehen: Präzisierung des Konzeptes der Agilität als Konstrukt und Attribut

Zur Aufarbeitung eines aus der systemischen Denkweise resultierenden Agilitätskonzeptes, wurde unter Nutzung des Systems Thinking (vgl. Haberfellner et al., 2019, S. 3 ff.; Ison, 2008, S. 139 ff.; Ahrens, 2024, S. 28 ff.; Reynolds and Holwell, 2010, S. 8 ff.) das Agilitätskonstrukt als Dualismus aus Verhalten und Struktur rekonfiguriert und von dem attributiven Nutzen der Agilität gelöst. Wie Richmond (1994, S. 139) korrespondierend erklärt, *„[...]ist das Systemdenken die Kunst und Wissenschaft, zuverlässige Rückschlüsse auf das Verhalten zu ziehen, indem man ein immer tieferes Verständnis der zugrunde liegenden Struktur entwickelt."*
Die aus der Anwendung der systemischen Denkweise resultierenden Ergebnisse, sind im Unterkapitel 5.1 aufbereitet und festgehalten. Die Ergebnisse dessen sind folglich die Antwort auf die formulierte Forschungsfrage 1 (vgl. Abschnitt 1.3).
Wie in Kapitel 1 beschrieben sollen im Kontext dieser Arbeit weitere Forschungshypothesen und -fragen beantwortet werden. Folglich wird nun der methodische Ansatz zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 erläutert.

Methodisches Vorgehen: Fallstudie Bundeswehr

Daher soll im Nachfolgenden die Forschungshypothese untersucht werden, ob Scrum eine Nachahmung des erfolgreichen Führens von Militärs sein könnte, um daraus im Nachgang entsprechende Anpassungen auf Elementarebene hinsichtlich Führung abzuleiten. Die kritische Analyse des Scrum-Frameworks leistet daher einen Beitrag zur Verbesserung der Führungsun-

terstützung agiler Produktentwicklungsprojekte. Um die Forschungsfrage 2 zu adressieren, wurde der Fokus auf die zu erklärende Analogie (vgl. Kalogerakis et al., 2010) unter Anwendung des System Denkens gelegt, dessen Beitrag zur Praxis mehrfach dokumentiert ist (vgl. Yeo, 1993; Kapsali, 2011; Franke et al., 2014; Yap et al., 2019). Mittels Analogiebetrachtungen wurden folglich zwei inhaltlich unterschiedliche Systeme sowohl strukturell als auch funktional miteinander verglichen, um potenzielle Wirkmechanismen sichtbarer zu machen (vgl. Franke et al., 2014, S. 1065 f.) und zur Theoriebildung beizutragen (vgl. Rouse et al., 2025, S. 258).
In Abbildung 4.6 ist die Kernidee dessen abstrahiert dargestellt.

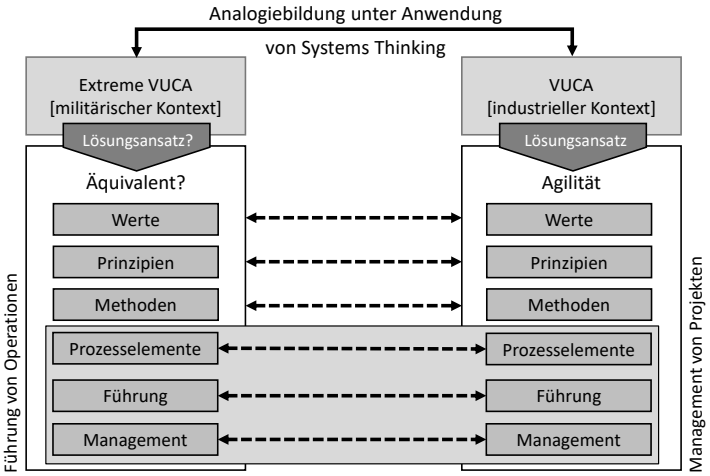


Abbildung 4.6
Darstellung der Kernidee; Abstrahierte Elemente sowie deren Funktion werden auf generischer Ebene miteinander verglichen, um Wirkmechanismen sichtbar zu machen. Die Adaptionshürde (Kontext) muss folglich Berücksichtigung finden. Die Illustration des generischen Vorgehens findet sich im Anhang A.1 wieder.

Der Fokus der darauf basierenden Forschung liegt also darin, fundamentale Aspekte (z. B. Strukturelemente und deren Funktion) der Systeme zu erkunden, zu identifizieren und zu verstehen, um bessere Konstrukte für die Entwicklung von Theorien bereitzustellen, damit sie in der Praxis zu einer Verbesserung führen (vgl. Kapsali, 2011, S. 396; Whyte and Davies, 2021, S. 246; Gericke et al., 2020, S. 1 f.; Locatelli et al., 2023, S. 8 f.).
Der explorative Charakter zur Aufdeckung des militärischen Systemmodells erfordert einen qualitativen Ansatz, um die Schlüsselelemente, aus denen das System zusammengesetzt ist zu extrahieren und somit die Theoriebildung zu unterstützen (vgl.

Eisenhardt, 1989, S. 536).
Der qualitative Ansatz eignet sich, da er Phänomene in den natürlichen Kontexten der zu betrachtenden Systeme erforscht und die individuellen Erfahrungen berücksichtigt (vgl. Miles et al., 2014, S. 28).
Der fallbasierte Ansatz wurde genutzt, um die verschränkte Zusammensetzung des zu untersuchenden militärischen Systems kontextabhängig zu verstehen (vgl. Yin, 2017, S. 32; Langley, 1999, S. 699; Flyvbjerg, 2006, S. 221; Martinsuo and Huemann, 2021, S. 828). Damit sind insbesondere die inhärenten Interdependenzen von Elementen gemeint.
Hierfür wurden halbstrukturierte Interviews durchgeführt, mit deren Hilfe subtile Erfahrungen von Soldaten erfasst werden können (vgl. Saunders et al., 2012, S. 372). Diese wurden mit der Datenerfassung bestehender archivierter Dokumente sowie weiterer militärspezifischer Dokumente gekoppelt, die im Rahmen des Bundeswehr-internen Intranet zur Verfügung standen (Yin, 2017, S. 153). Durch die Triangulation der Datenerhebungsmethoden war es möglich, bestehende Konstrukte und inhärente Hypothesen besser zu untermauern (vgl. Eisenhardt, 1989, S. 538; Edmondson and Mcmanus, 2007, S. 1157; Joslin and Müller, 2016, S. 1046) und gleichzeitig dokumentierte theoretische Ansätze mit der tatsächlich gelebten Praxis zu vergleichen.

ⓘ Triangulation beschreibt die kombinierte Nutzung mehrerer Methoden zur Untersuchung eines definierten Problems

Eine Übersicht zu den genutzten und gesammelten Daten findet sich in Tabelle 4.1 wieder. Zusammenfassend wurden 37 Datenquellen zusätzlich zu den 24 Experteninterviews erhoben.

Datenerhebungen

Die Erhebung von Archivdaten erfolgte in mehrteiligen Schritten von September 2022 bis August 2023. Die Erhebung von militärspezifischen Dokumenten erfolgte von März 2022 bis September 2023. Bei jedem Besuch des Archivs (Militärarchiv in Freiburg, Deutschland) wurden Notizen angefertigt, um disparate Fragmente als auch einzelne Elemente zu konservieren, sodass Veränderungen in Dokumenten nachvollzogen werden konnten, und um bestehende Modelle besser zu begreifen, da Archive üblicherweise Originalquellen aufbewahren (Harris, 2017, S. 44). Die gesamtheitlich genutzten Dokumente erfassten außer Dienst gestellte Vorschriften, aktuelle Bereichsvorschriften,

Leitlinien, Strategische Positionspapiere, Weisungen, Führungskonzeptionen und Ausbildungsunterlagen, siehe Tabelle 4.1.

Tabelle 4.1
Überblick Datenquellen: Fallstudie Bundeswehr

Datentyp	Datenquellen
Militärspezifische Dokumente	Innere Führung (1957/2008/2023); Strategiepapiere (2011/2013/2018/2023); Weißbuch (2006/2016); Unterrichtsmappe Führung im Einsatz - Taktik (2019/2022); Dienstvorschriften A-500/50 (2018); A-100/1 (2020); A2-500/0-0-1 (2019); C1-160-0-1001 (2022); C1-160-0-1003 (2017); C1-160-0-1004 (2017); C2-227/0-0-5650 (2021); C2-227/0-0-1600 (2022); K1-9000/1111 (2021); B-210/131 (2017); NATO-Vorschriften AAP-06 (2021); AJP-01 (2022); AJP-3.19 (2018); ATP 2-01.3 (2019); ATP-3.2.2 (2016); US-Vorschriften ADP 5-0 (2019); ADP 6-0 (2019); PowerPoint Präsentation zur Ausbildung von Führungsprozessen; Powerpoint Präsentation zur Weiterentwicklung militärischer Führer
Archivdaten	Kriegsgeschichtliche Beispielsammlung für die Heeresdienstvorschriften HDv 100/100 (1998); Heeresdienstvorschriften HDv 100/100 (1973/2000); HDv 100/200 (1972/1995/1998); HDv 100/900 (1998)
Halbstrukturierte Interviews	24 Experteninterviews mit Bundeswehrsoldaten

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Schutzfrist von Vorschriften in der Regel 30 Jahre beträgt, sodass etwaige Interessenten die Heeresdienstvorschriften HDv 100/100 (1973) sowie HDv 100/200 (1972) nicht nur lesen, sondern auch frei zitieren dürfen. Abseits dessen können diese Vorschriften im Militärarchiv (Bundesarchiv) eingesehen werden.
Hinsichtlich des Prozesses zur Durchführung der halbstrukturierten Interviews wurde der siebenstufige Prozess nach Kvale (1996) als Orientierung genutzt.
Der finalisierte Leitfaden wurde vor Beginn der Interviewserie im Januar 2023 zweifach geprüft mit Hilfe von Soldaten, die nicht an der tatsächlich durchgeführten Interviewserie teilgenommen haben. Die Datenerhebung/Durchführung fand zwischen April 2023 und Dezember 2023 statt.
Wichtig bei der Umsetzung war, die militärische Führung in

einem Kontext zu definieren und somit eine militärische Stichprobe zu wählen (vgl. Wong et al., 2003, S. 658). Die Stichprobe wurde mit einer Variation (vgl. Teddlie and Yu, 2007, S. 96 ff.) über die militärischen Führungsebenen gewählt, um die wichtigsten Merkmale des Führungsverhaltens in extremen VUCA-Umgebungen zu ermitteln und Verzerrungen zu vermeiden (z. B. durch Ausblendung von Führungsebenen).

ⓘ Eine Gruppe besteht erfahrungsgemäß aus 7-13 Soldaten

ⓘ Ein militärischer Führungsstab stellt ebenso ein Team dar

Es war zwar von wesentlichem Interesse, Führung zunächst auf Führungsebene der Gruppe (Team) zu untersuchen und zu vergleichen, dennoch wurden Ähnlichkeiten über die militärischen Führungsebenen vermutet. Darüber hinaus haben Soldaten übergeordneter Führungsebenen grundsätzlich auch auf Dienstposten nachgeordneter Führungsebenen gedient oder aber Erfahrungen bezüglich jener Dienstposten.

Die Stichprobe hat die Teilstreitkräfte der Luftwaffe und der Marine nicht berücksichtigt, da sich Operationen in den Dimensionen Land, Luft und See unterscheiden (vgl. Yardley and Neal, 2007, S. 26). Die Dimension Land zeichnet sich in besonderem Maße durch Komplexität und Vielfalt aus. Darüber hinaus können politische und militärische Ziele letztlich nur durch physische Präsenz am Boden erreicht werden (vgl. BMVg, 2021b, S. 21). Insbesondere die vorhandene Komplexität im multifaktoriellen Raum zu Lande war Anlass, die Landstreitkräfte der Bundeswehr dezidierter zu untersuchen.

Um die Vielseitigkeit möglicher differenzierter Perspektiven zu berücksichtigen (vgl. Koops et al., 2017, S. 628), wurden verschiedene Truppengattungen innerhalb der Landstreitkräfte befragt. Ferner wurden bei der Datenerhebung ausschließlich aktive Soldaten ausgewählt, die Einsatzerfahrung aufwiesen, da bereits Dysfunktionalitäten zwischen Theorie und Praxis im Grundbetrieb identifiziert worden sind (vgl. Schulte et al., 2020). Eine Befragung vom zivilen Personal der Bundeswehr wurde im Kontrast zur Untersuchung von Schulte et al. (2020) nicht vorgenommen, da sich Standards und deren Verwendung unterscheiden. Das Soldatsein ist zum Beispiel mit dem Dienst an der Waffe und der Pflicht verbunden, Entbehrungen hinnehmen zu müssen. Dies führt situativ dazu, dass das Recht auf körperliche

Unversehrtheit, gemäß Artikel 2 Absatz 2 Satz 1 des Grundgesetzes der Bundesrepublik Deutschland, eingeschränkt wird.
Zusätzlich wurden ausschließlich Soldaten befragt, die bereits in Führungspositionen verwendet worden sind, da der Fokus der Studie auf der Erkundung von Führung unter extremen VUCA-Umgebungen liegt. Bedingt durch die gesuchte Führungs- und Einsatzerfahrung wurden die Unteroffiziersebenen, wie auch die Offiziersebenen entlang der Erfahrungshorizonte in Richtung der längeren Dienstzeiten verschoben, da die Wahrscheinlichkeit höher lag, dort diejenigen Soldaten zu finden, die über relevante Erfahrungen verfügten.
Dies hatte zur Folge, dass jüngere Unteroffiziere mit Portepee (Feldwebel - Oberfeldwebel) und Offiziere (Leutnant - Oberleutnant) nicht repräsentiert sind.
Die Stichprobenziehung wurde mittels des Bundeswehr-internen Intranets vollzogen, wodurch eine direkte Kontaktaufnahme zu den einzelnen Soldaten möglich war. Der Vorteil bestand darin, dass durch die Verbindungsaufnahme gezielt entschieden werden konnte, ob die Kriterien erfüllt waren oder nicht. Es wurden insgesamt Daten von 24 Soldaten gesammelt, welche sich im aktiven Dienst der Bundeswehr befanden.
Der Fragenbogen befindet sich im Anhang, siehe Tabelle A.2.
Die Stichprobe umfasst Soldaten vom Dienstgrad Hauptfeldwebel bis zum General. Insgesamt dauerten die Interviews im Durchschnitt 84 Minuten. Die durchschnittliche Berufserfahrung der Teilnehmenden lag bei 29 Jahren. Die Übersicht zu den Daten der Teilnehmer ist in Tabelle 4.2 visualisiert.
Nach jedem Interview wurde das Vorgehen reflektiert, sodass neuartige Erkenntnisse einfließen konnten. Darüber hinaus wurde beispielsweise die Verhaltensweise des Interviewführenden beobachtet und nachbesprochen, um die Neutralität in Gestik und Mimik zu optimieren, da über diese subtile Kommunikation erfolgen kann. Das methodische Vorgehen wurde somit einerseits verbessert und andererseits wurden Fragen zu neuen Erkenntnissen durch einzelne Interviewteilnehmer in den nachfolgenden Befragungen integriert, um sie aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten.

ⓘ Die Dienstgradgruppe der Generale umfasst vier Ränge; Zur Wahrung der Anonymität wurden die Teilnehmenden einheitlich als General bezeichnet

Tabelle 4.2
Überblick Interviewdaten: Fallstudie Bundeswehr

Nr.	Dienstgrad	Truppengattung	Erfahrung [a]	Dauer [min]
01	General	Verschleiert	40	57
02	General	Verschleiert	35	103
03	General	Verschleiert	38	60
04	General	Verschleiert	39	106
05	Oberst	Fernmeldetruppe	37	66
06	Oberstleutnant	Panzertruppen	29	79
07	Oberstleutnant	Infanterie	42	57
08	Oberstleutnant	Feldjägertruppe	25	67
09	Oberstleutnant	Heeresfliegertruppe	28	93
10	Oberstleutnant	Panzertruppen	20	66
11	Oberstleutnant	Panzertruppen	37	119
12	Oberstleutnant	Fernmeldetruppe	43	134
13	Major	Heereslogistiktruppe	17	80
14	Major	Feldjägertruppe	23	65
15	Hauptmann	Heereslogistiktruppe	13	139
16	Oberstabsfeldwebel	Heeresaufklärungstruppe	29	77
17	Oberstabsfeldwebel	Infanterie	25	111
18	Stabsfeldwebel	Fernmeldetruppe	37	71
19	Stabsfeldwebel	Heeresaufklärungstruppe	25	89
20	Stabsfeldwebel	Panzertruppen	33	80
21	Hauptfeldwebel	Infanterie	10	83
22	Hauptfeldwebel	Infanterie	12	60
23	Verschleiert	Spezialkräfte	Verschleiert	60
24	Verschleiert	Spezialkräfte	Verschleiert	109
			Ø29	Ø84

Datenanalyse

Der Prozess der Entwicklung eines theoretischen Modells über Führungsverhalten sowie konstituierende Elemente von deutschen Militärs in Einsätzen begann mit der Sichtung der gesammelten Dokumente. Dabei wurden die Ansätze des Systems Thinking auf bestehende Modelle angewandt, Konzepte geordnet und analysiert. Auf Basis dieser systemischen Theoriebildung, sollten entstehende Konzepte während des gesamten Forschungsprozesses den Interviewdaten gegenübergestellt werden, sodass ein dynamisches induktives Modell entstehen konnte.
Dadurch wurde das finale militärische Modell anhand der ein-

zelnen Interviews durchgängig bewertet, erweitert und dadurch bereits erfolgreich validiert (vgl. Martinsuo and Huemann, 2021, S. 831; Miles et al., 2014, S. 271 ff.).
Innerhalb der Interviewanalysephase wurde die qualitative Inhaltsanalyse von Mayring (2014, S. 39 ff.) zur Anwendung gebracht, welche die Analyse als konzeptionelle Auswertetechnik beschreibt, in der die Analyseaspekte durch Kategorienbildung verkörpert werden. An dieser Stelle sei angemerkt, dass Codes und Kategorien keine Synonyme sind (Kuckartz and Rädiker, 2023, S. 34 ff.), da codierte Textsegmente sich in der Regel zu Kategorien zusammenfassen lassen und jenen Kategorien zugeordnet werden. Die Kategorien ergaben sich in vorläufiger Form aus den inhaltlichen Fragestellungen des Interviewleitfadens und den Zweckperspektiven der Scrum-Elemente.
Auf Grund der reichhaltigen Erfahrungen der Interviewteilnehmer wurden zusätzliche Kategorien definiert, die andere Aspekte des Führungsverhaltens im Einsatz beleuchten. So ergaben sich zum Beispiel Kategorien, die sich mit tangierenden Aspekten der inneren Führung beschäftigen, die einen Einfluss auf das System- und Führungsverhalten innerhalb des Einsatzes Bezug nahmen. Hierbei erhielten die Kategorien Bezeichnungen, die der Ausdrucksweise und dem Wissensniveau der Befragten entsprachen. Der Analyseprozess wurde beendet, als keine weiteren Erkenntnisse mehr gewonnen werden konnten.
Die Ergebnisse der Analyse sowie der anschließende Vergleich mit dem Scrum-Framework (siehe Unterkapitel 5.2 und 5.3) sind die Antwort auf die formulierte Forschungsfrage 2.
Nach Gregor and Hevner (2013, S. 345) lässt sich der Dissertationsbeitrag beziehungsweise das endgültig entwickelte Artefakt als Verbesserung klassifizieren, sofern diese nachgewiesen werden kann. In der Folge sind die Wirkungen und Schlussfolgerungen, wie in Forschungsfrage 3 formuliert, aus den extrahierten Ergebnisartefakten zu konsolidieren und im Kontext der Führung agiler Produktentwicklungsprojekte einzuordnen.

Modifikation Scrums

Der Autor der vorliegenden Arbeit hat in einem nächsten Schritt, das Scrum-Framework um extrahierte Elemente erweitert oder präzisiert, um Anpassungen hinsichtlich Führung zu erleich-

tern. Diese Erweiterung beziehungsweise Präzisierung ist eine Fortführung der konsolidierten Ergebnisartefakte (siehe Unterkapitel 5.1, 5.2 und 5.3). Die aus diesen Ergebnisartefakten resultierenden Folgerungen sind die Antwort auf die Forschungsfrage 3 und fundieren gleichzeitig das zentrale Ergebnisartefakt dieser Arbeit, die *Scrum-Modifikation* (siehe Unterkapitel 5.4).
Ferner wird eine Beziehung zur Skalierung von agilen Teams hergestellt. Zusätzlich sind auch damit einhergehende Überlegen sowohl Gegenstand des Ergebnisteils als auch der Diskussion (siehe Abschnitt 6.1.5). Weitere Implikationen der Ergebnisse finden in der Diskussion (siehe Kapitel 6) Berücksichtigung. Im Rahmen dessen wurde vorwiegend das logische Schlussfolgern angewendet, welches durch geordnetes und logisches Denken charakterisiert ist (Simon, 2001, S. 12122).
Ferner wurden auf Basis der Scrum-Modifikation die Kriterien zur Validierung fixiert, welche im nachfolgenden Abschnitt näher erläutert werden.

4.2.4 Methodeneinsatz Deskriptive Studie II

Die Validierung von Ergebnissen erfolgt gemäß dem Framework der Design Research Methodology im Verlauf der deskriptiven Studie II (vgl. Blessing and Chakrabarti, 2009).

Zweck der Validierung

Nach Chakrabarti (2010, S. 319) und Sonnenberg and vom Brocke (2012, S. 71) ist es immanent wichtig zu prüfen, ob die Unterstützung tatsächlich dem intendierten Zweck dient.
Diese Tradition der Validierung ist in der ethischen und akkuraten Durchführung wissenschaftlicher Praxis verankert und dient dazu, Erkenntnisse abzusichern und zu bestätigen (Pedersen et al., 2000, S. 1).

Grundsätzliches Vorgehen und Herausforderungen

Bei der Validierung spezifischer Lösungsartefakte müssen grundsätzlich geeignete Kriterien zur Beurteilung und zur Bewertung der Nützlichkeit herangezogen werden (vgl. March and Smith, 1995, S. 251; Hevner et al., 2004, S. 88).
Die heranzuziehenden Kriterien konkretisieren also einen Beurteilungs- oder Bewertungsmaßstab, dessen Erreichung die Nützlichkeit des Artefakts abschätzt und nachweist (vgl. March and Smith, 1995, S. 258; Winter and Aier, 2016, S. 485).

Dabei ist die Validierung auf Grund oft subjektiver Aussagen im Bereich der Methoden- und Wissensanwendung in der Produktentwicklung nicht trivial (vgl. Pedersen et al., 2000; Hevner et al., 2004; Eisenmann et al., 2021; Gericke et al., 2022), da der Anspruch der Objektivität grundsätzlich unberührt bleibt (Pedersen et al., 2000, S. 2). Dies ist unter anderem auf methodische Verzerrungen und subjektives Verhalten von Menschen innerhalb der Forschung zurückzuführen (vgl. Podsakoff et al., 2003, S 882; Chakrabarti and Blessing, 2015, S. 332; Flyvbjerg, 2021, S. 532), da die Messmethoden selbst den menschlichen Akteur als Mittel zum Zweck instrumentalisieren und das Messverfahren selbst auch durch den Menschen konzipiert wird.

Das im Rahmen dieser Dissertation zu validierende Ergebnisartefakt (die Scrum-Modifikation), auch als deskriptives oder präskriptives Wissen bezeichnet (vgl. Gregor and Hevner, 2013, S. 344), stellt die epistemologischen Wirkmechanismen und Zwangskopplungen von ineinander verschränkten Prozessen innerhalb Scrums aus einer Führungsperspektive dar. Diese Darstellung ist in Anlehnung an Eckert and Stacey (2014, S. 398) durch das konkrete Verhältnis zwischen Modell und Realität im Sinne eines Zwecks geprägt. Das bedeutet, dass das Modell nicht aus rein theoretischen Überlegungen entstanden ist, sondern vielmehr durch die Abstraktion der gelebten Realität.

Gemäß March and Smith (1995, S. 251) stellt diese Modellbildung jedoch lediglich eine relativistische Auffassung der abstrahierten Realität dar, wobei diese Überzeugung durch Validierungsschleifen zu neuem Wissen metamorphosiert beziehungsweise umgewandelt werden kann. Pedersen et al. (2000, S. 4) beschreiben diesen Prozess als Schaffung von Vertrauen in die Nützlichkeit des Artefakts durch den Nachweis an begrenzten Anwendungen. Ähnlich argumentieren Gregor and Hevner (2013, S. 7), weshalb ein praktischer Nachweis für die Schaffung von Wissen elementar ist. Hierbei sollte grundsätzlich jeder Beleg des Nachweises angegeben werden (Gregor and Hevner, 2013, S. 16), auch wenn dieser keine Anspruch auf Vollständigkeit hat.

ⓘ Promotionsprojekte unterliegen vielfältigen Randbedingungen

Blessing and Chakrabarti (2009, S. 24) begründen dessen Ursa-

che in der angeführten mangelnden Verfügbarkeit von Nutzern oder der Knappheit an Zeit. Nichtsdestotrotz eignen sich für eine initiale oder begrenzte Validierung qualitative Stichproben, zum Beispiel im Rahmen von Einzelfallstudien (vgl. Flyvbjerg, 2006, S. 220 ff.; Prat et al., 2015, S. 232; Winter and Aier, 2016, S. 477; Eisenmann et al., 2021, S. 628) oder anderen qualitativen Methoden (vgl. Eisenmann et al., 2021, S. 628), im Rahmen derer Kriterien systematisch bewertet, beobachtet oder empirisch erhoben werden können. Grundsätzlich können auch quantitative Methoden hilfreich sein und zum Einsatz gebracht werden. In Abhängigkeit vom zu evaluierenden Artefakt bestehen Vollständigkeit halber weitere Möglichkeiten zur Bewertung, darunter Simulationen oder argumentative Auseinandersetzungen (vgl. Prat et al., 2015, S. 232), welche nicht unter den qualitativen und quantitativen Methoden subsumiert werden.

Validierungskriterien

Grundsätzlich bleibt es herausfordernd, umfassende Validierungen durchzuführen, da mehrere Schritte und teils divergierende Ziele berücksichtigt werden müssen (vgl. Eisenmann et al., 2021, S. 626), weshalb rigoros beziehungsweise streng definierte Kriterien unerlässlich bleiben.

Nach Chakrabarti and Blessing (2015, S. 333) sollten die Kriterien zur Validierung von Modellen falsifizierbar und überprüfbar sein. Aier and Fischer (2010) entwickelten sogenannte Fortschrittskriterien und meinen mit Fortschritt, dass das zu entwickelnde Ergebnisartefakt im Vergleich zu einem anderen existenten Artefakt (die Referenz) unter analogen Randbedingungen fortschrittlicher ist. Im Sinne des Fortschritts der Wissenschaft entwarfen Aier and Fischer (2010, S. 158) folglich eine Auswahl von Kriterien (siehe Tabelle 4.3), die im weiteren Verlauf die Validität der entwickelten Artefakte belegen sollen.

Diese Kriterien sind in der Tabelle 4.3 zusammengefasst und konkretisiert und finden sich in generischer Form auch in den Veröffentlichungen von Chakrabarti and Blessing (2015); Eckert and Stacey (2014) wieder, wobei insbesondere die Nützlichkeit in der Regel zentraler Aspekt der Validierung ist und bleibt (vgl. Winter and Aier, 2016, S. 491).

Tabelle 4.3
Kriterien zur Validierung der Ergebnisse nach Aier and Fischer (2010, S. 158 f.)

Kriterium	Spezifikation des Kriteriums
Nützlichkeit	Die Nützlichkeit eines Artefakts bemisst sich an seiner Fähigkeit, einen beabsichtigten Zweck zu erfüllen, wobei dieser Zweck selbst von Relevanz ist.
Interne Konsistenz	Die Konstrukte der Artefakte sollten prägnant definiert sein, wobei das Konstrukt selbst darauf abzielt das es Ursächlichkeit in Form und Funktion erklären kann, welche wiederum dessen Nutzen rechtfertigt.
Externe Konsistenz	Die Konstrukte der Artefakte sollten mit allgemein verwendeten Konstrukten konsistent sein und in einer Beziehung zum Stand des Wissens stehen.
Zweck und Umfang	Der Zweck und der Anwendungsbereich der Artefakte sollten derartig weit gefasst und determiniert sein, dass das fortschrittliche Artefakt mehr abdeckt, als das weniger fortschrittliche Artefakt.
Einfachheit	Die Artefakte sollten einfach und verständlich gestaltet sein, um die Handhabbarkeit zu erleichtern und deren Nutzenakzeptanz zu steigern.
Fruchtbarkeit	Fruchtbarkeit der neuen Forschungsergebnisse ist durch Artefakte gegeben, wenn die fortschrittlichen Artefakte weitere Forschungsanstrengungen initiieren, neue Phänomene aufdecken oder bisher unbekannte Relationen zwischen bekannten Phänomenen erklären.

Die Prüfung dieser Kriterien ist eine methodische Aufgabe und bedarf folglich einer überlegten Gestaltung der qualitativen oder quantitativen Empirie.

Erstellung des Fragebogens

Damit das Modell (Scrum-Modifikation) im Kontext der industriellen Praxis bewertet werden konnte, wurde ein Fragebogen erstellt. Dies hatte den Vorteil, dass der Fragebogen den Teilnehmern über einen Verteiler ausgehändigt werden konnte und somit gleichzeitig die Anonymität gewährleistet war. Dieser Fragebogen hat die Kriterien in Tabelle 4.3 adressiert. Um den Zeitaufwand der Industriepraktiker bei der Bewertung des Modells mittels Fragebogen zu minimieren, wurde ein quantitativer Ansatz gewählt, obgleich die Stichprobengröße nicht repräsentativ, vielmehr qualitativer Natur sein würde. Nichtsdestotrotz kann durch die Messung dessen eine Abschätzung abgeleitet und somit eine Validierung im Sinne der Anwendungsevaluation vor-

genommen werden. Der Fragebogen beinhaltet einen kurzen demografischen Teil, sowie 13 Fragen, welche die zu prüfenden Kriterien adressieren. Ergänzt wird der Fragebogen mit Freifeldern, um etwaige positive als auch negative Kommentare zu würdigen. Diese sollten als Input zur Diskussion (siehe Kapitel 6) dienen. Der Fragenbogen findet sich im Appendix A.3 wieder.

Fallbeispiele innerhalb der Produktentwicklung und das Untersuchungsdesign

Damit die Scrum-Modifikation in erster Instanz überhaupt einer Prüfung im Sinne des Fortschrittgedankens unterzogen werden konnte, bedurfte es zunächst realer Fallbeispiele (Fallstudie), bei denen das Scrum-Framework bereits zur Anwendung gebracht wurde. Hierzu wurde das erarbeitete Artefakt in einem Unternehmen A und einem Unternehmen B vorgestellt und mithilfe des bereits erwähnten Fragebogens A.3 validiert.

Fallbeispiel A Automobilindustrie

Bei dem Unternehmen A handelte es sich um einen aus Deutschland operierenden Konzern der Automobilindustrie (circa 17.000 Mitarbeiter), in dem der Autor innerhalb eines Produktentwicklungsprojekts die reale Scrum-Anwendung beobachten konnte. Ziel der Beobachtung war es, die reale Scrum-Anwendung mit Hilfe des Modells hinsichtlich Führung zu analysieren.

In dem vorliegenden Use-Case wurde ein neues mechatronisches Produkt im Sinne einer Push-Strategie entwickelt. Bei dem zu entwickelnden Produkt handelte es sich um ein Investitionsprojekt, welches in einem bestimmten Marktsegment angeboten werden sollte. Das Produktentwicklungsprojekt verfolgte das Ziel, eine Entwicklung im Kontext nachhaltiger Mobilitätskonzepte voranzutreiben. Dieses innovative Produktentwicklungsprojekt A wurde agil entwickelt und nutzte eine Scrum-Umgebung. Das Produkt wurde unter Einsatz von drei agilen Teams entwickelt. Das heißt innerhalb dieses Produktentwicklungsprojekts A wurde Scrum bereits skaliert, sodass einem Chief Product Owner drei weitere Product Owner zugeordnet waren. Im Kontrast zur Scrum-Anwendung gemäß Scrum Guide existierte kein Scrum Master je Scrum-Team. Die Scrum-Teams wurden durch einen Agile Master unterstützt, welcher für mehrere Scrum-Teams verantwortlich war. Die Scrum-Teams waren entsprechend der drei großen Systemgruppen sortiert und im Sinne dieser Systemgruppen kompetenztechnisch geschnitten.

Wie aus der Beschreibung zu entnehmen ist, handelte es sich um keine Lehrbuch-Anwendung von Scrum.
Die Analyseergebnisse wurden innerhalb eines gesonderten Workshops anhand des neuen Modells, also der Scrum-Modifikation, fundiert und erörtert. Anschließend wurden sowohl das Modell als auch die Ergebnisse diskutiert. Nach Beendigung des Workshops haben die Teilnehmer den ausgearbeiteten Fragebogen zur Bewertung des Modells erhalten.
Die Praktiker des Fallbeispiels A, welche das Modell bewerteten sind in Tabelle 4.4 visualisiert.

Tabelle 4.4
Überblick der Befragten: Fallbeispiel A

Nr.	Rolle	Berufserfahrung [a]	Erfahrung mit Agilität [a]
01	Agile Coach	35	1-2
02	Chief Product Owner	20	1-2
03	Agile Master	16	3-5
04	Product Owner	9	1-2
05	Co-Project Manager	1	<1
06	Product Owner	20	3-5
07	Product Owner	9	>10

Fallbeispiel B
Maschinenbau
Fluidtechnik

Bei dem Unternehmen B handelte es sich ebenfalls um einen aus Deutschland agierenden Konzern, der sich auf Bereiche der Fluidtechnik spezialisiert hat. Das Unternehmen B beschäftigt circa 16.000 Mitarbeiter. Der Autor wurde innerhalb des Unternehmens in einem Projekt zur Entwicklung eines effizienteren und servicefreundlichen Umwälzaggregats eingesetzt, mit dem Ziel eines Forschungs- und Wissenstransfers. Das übergeordnete Ziel bestand darin, die tatsächliche Anwendung von Scrum im Hinblick auf Führung mithilfe des Modells zu analysieren und zu spiegeln. Dabei lag der Schwerpunkt insbesondere auf der Analyse der Führungskräfte, die direkt oder indirekt an Scrum beteiligt waren, sowie auf den Schnittstellen zu anderen Organisationseinheiten. Eine Besonderheit der Entwicklungsorganisation des Unternehmens B bestand darin, dass die zu entwickelnden Systeme in der Regel von einzelnen Scrum-Teams entwickelt wurden. So war ein Produktteam beispielsweise mit der Entwicklung eines konfigurierbaren Antriebssystems für verschiedenste Umwälzsysteme in einem bestimmten Leistungsbereich

beschäftigt, während ein anderes Produktteam eine davon unabhängige Komplettlösung entwickelte. Darüber hinaus war es gelebte Praxis, dass ein Scrum Master typischerweise die Verantwortung für zwei Scrum-Teams übernahm. Skalierungsansätze waren durch ein neu aufgesetztes agiles Produktentwicklungsprojekt angedacht, jedoch gab es zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine konkrete Ausprägung. Das Unternehmen B implementierte ebenfalls ein vom Scrum Guide abweichendes Vorgehen.
Die Ergebnispräsentation sowie ein anschließender Workshop wurden am Ende des Wissenstransfers durchgeführt, in denen die Teilnehmer ferner die Möglichkeit erhielten, eine Bewertung des Modells vorzunehmen.
Die Befragten des Fallbeispiels B, welche das Modell evaluierten sind in Tabelle 4.5 illustriert.

Tabelle 4.5
Überblick der Befragten: Fallbeispiel B

Nr.	Rolle	Berufserfahrung [a]	Erfahrung mit Agilität [a]
01	Product Owner	6	3-5
02	Scrum Master	15	3-5
03	Scrum Master	10	6-10
04	Abteilungsleiter	9	6-10
05	Entwicklungsleiter	15	6-10
06	Scrum Master	9	6-10
07	Entwicklungsleiter	9	>10
08	Product Owner	10	1-2
09	Scrum Master	20	6-10

4.3 Fazit

In diesem Kapitel wurde das methodische Vorgehen zur Erarbeitung der Dissertationsergebnisse vorgestellt. Der verwendete übergeordnete Forschungsrahmen der Design Research Methodology sowie die dazugehörigen Hinweise haben die vorliegende Arbeit unterstützt und geleitet. Anmerkungen sowie eine persönliche Reflektion des Autors hinsichtlich des Forschungsansatzes sind Gegenstand des Kapitels 7.

5

Ergebnisse

5.1 Präzisierung des Agilitätskonzeptes 177
5.1.1 Agilität als Attribut 179
5.1.2 Agilität als Konstrukt 185
5.2 Konzeptualisierung militärischer Operationsführung . . . 190
5.3 Vergleich zum Scrum-Framework 201
5.3.1 Artefakte 203
5.3.2 Events 204
5.3.3 Rollen 205
5.3.4 Verhaltenselemente 209
5.4 Analysegestützte Modifikation des Scrum-Frameworks . 212
5.5 Validierung in der industriellen Praxis 224
5.6 Fazit 228

5.1 Präzisierung des Agilitätskonzeptes

Die bestehende Literatur zur Agilität ist umfangreich und bietet eine Vielzahl von Konzepten, welche diverse theoretische Rahmenbedingungen und Disziplinen integrieren. Wie in Abschnitt 2.4 herausgearbeitet, erklären die analysierten Publikationen jedoch unzureichend, wie sich vorhandene Konzepte methodisch operationalisieren lassen, damit die beabsichtigten Effekte erzielt werden können. Dies schließt die Anpassungsnotwendigkeiten in Produktentwicklungsprojekten explizit mit ein.

Der Systemansatz als Betrachtungsphilosophie

Damit das Agilitätskonzept auf einer Meta-Ebene allgemeingültiger und generischer präzisiert werden kann, bedarf es eines Ansatzes, der formaler Natur und frei von disziplinären und spezifischen Restriktionen ist (vgl. Patzak, 1982, S. 4). Diesem Anspruch kommt der systemische Ansatz nach, wodurch zusätzlich der interdisziplinäre Austausch ermöglicht und unterstützt wird

(vgl. Patzak, 1982, S. 4). Das systemische Denken respektive das Systems Thinking ist ein Resultat dessen. Folglich finden sich die Begrifflichkeiten des systemorientierten Denkens sowohl im Systems Engineering (vgl. Haberfellner et al., 2019, S. 3 f.) als auch in der Systemtheorie wieder (Patzak, 1982, S. 4).

Systems Thinking als Konzeptualisierungsansatz

Durch die Anwendung der systemischen Denkweise kann das Konzept der Agilität präzisiert werden, indem zum einen das Agilitätskonstrukt als Dualismus aus Systemverhalten und Systemstruktur interpretiert wird (vgl. Richmond, 1994, S. 139) und zum anderen eine Relation zwischen Verhalten und der attributiven Ergebnis-/Nutzenperspektive hergestellt wird.

Differenzierung Output und Outcome

In der Ergebnisperspektive wird in der kontemporären Literatur zwischen Output und Outcome unterschieden. Der Output ist das Ergebnis eines Prozesses oder einer Aktivität und stellt ein Artefakt dar (vgl. Lindemann, 2016, S. 361; Zwikael and Huemann, 2023, S. 2), wohingegen das Outcome einen Endeffekt darstellt, welcher sowohl positiv als auch negativ sein kann (vgl. Lindemann, 2016, S. 361; Zwikael and Huemann, 2023, S. 2). Demgemäß ist beispielsweise ein positives Outcome mit dem Nutzen eines Outputs assoziiert und ex aequo mit diesem verbunden.

Ausgangspunkt zur Konzeptualisierung der Agilität

Agilität wird in der vorliegenden Arbeit in Anlehnung an Schrof (2023, S. 8) als Konstrukt sowie als Attribut begriffen und folglich als solches konzeptualisiert. Diese Konzeptualisierung sei in der Abbildung 5.1 illustriert und dient fortfolgend als Ausgangspunkt zur Darlegung der Ergebnisse.

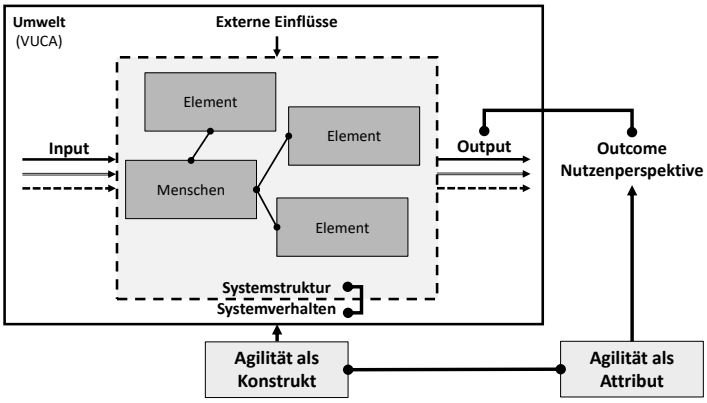


Abbildung 5.1
Simplifiziertes Denkmodell der Konzeptualisierung

5.1.1 Agilität als Attribut

Agilität wird in der Literatur (siehe Abschnitt 2.4) als eine wesentliche Eigenschaft propagiert, um im Kontext unbeständiger und sich verändernder Randbedingungen handlungsfähig zu bleiben. Dies impliziert, dass sowohl Unternehmen als auch deren Individuen sich dieser dynamischen Randbedingungen bewusst sind und folglich ihre Geschäftsaktivitäten darauf ausrichten. Zugleich wird damit inhärent eine Ziel- und Nutzenperspektive adressiert. Anders formuliert geht es also um den Wertgehalt dieser salienten Eigenschaft der Agilität, als Antwort auf die sich verändernden Geschäftssituationen. Dies soll im Folgenden mit dem Begriff der Agilität als Attribut gemeint sein.

Frage nach dem *Was* und *Wozu*

In der gegenwärtigen Literatur wird dies unter einer *Outcome-/Nutzenperspektive* zusammengefasst (vgl. Meier and Kock, 2022, S. 3477 f.; Hiller and Ozgen, 2023, S. 25). Diese Perspektive spiegelt sich in den zahlreichen gefundenen Definitionen wider, welche diese spezifische Sichtweise inkludieren. Die als Ergebnis der komplexen Literaturrecherche konsolidierten Definitionen aus den verschiedenen Domänen und Disziplinen sind in Tabelle 5.1 als Auszug und im Anhang der Tabelle A.3 vollzählig gelistet. In Summe konnten 70 verschiedene Definitionen extrahiert werden. Die in der Tabelle 5.1 aufgeführten Definitionen beziehen sich größtenteils auf die Produktentwicklung.

Die Betrachtung von Agilität aus Perspektive des Nutzens

Um das Konzept der Agilität auf einer Meta-Ebene zu formalisieren, ist zunächst eine inhaltlich charakterisierende Analyse der Definitionen erforderlich.

Schritt I: Analyse der Definitionen

Damit die generische Sicht der Nutzenperspektiven induziert werden kann, müssen die zuvor abstrahierten Elemente, die sich aus der Analyse ergeben, aggregiert werden.

Schritt II: Synthese der Definitionen

Fortfolgend werden daher die Wertbeiträge herausgearbeitet, die sich aus den Definitionen der Agilität ergeben, um die wesentlichen Elemente im Kontext dessen zu formulieren. An dieser Stelle wird angemerkt, dass ein einheitliches Verständnis bisher aus verschiedenen Gründen nicht zustande gekommen ist (vgl. Conboy, 2009, S. 330; Ozkan and Gok, 2022, S. 26), da zum Beispiel unterschiedliche Unternehmensbereiche- und Ebenen adressiert werden (Zhu and Gao, 2021, S. 167).

Ergebnisdarstellung

Tabelle 5.1
Definitionen von Agilität in der Originalsprache [Anmerkungen Autor]; Im Anhang A.3 sind weitere Definition gelistet.

Autor	Zitat
Yusuf et al. (1999, S. 37)	"Agility is the successful exploration of competitive bases (speed, exibility, innovation proactivity, quality and profitability) through the integration of reconfigurable resources and best practices in a knowledge-rich environment to provide customer-driven products and services in a fast changing market environment."
Erickson et al. (2005, S. 89)	"Agility - At its core, agility means to strip away as much of the heaviness, commonly associated with traditional software-development methodologies, as possible to promote quick response to changing environments, changes in user requirements, accelerated project deadlines, and the like."
Lyytinen and Rose (2006, S. 183)	"Agility can be defined in general as the quality or capability of being quick moving and nimble. In the context of information system development (ISD), agility can be defined as an ISD organization's ability to sense and respond swiftly to technical changes and new business opportunities."
Narasimhan et al. (2006, S. 443)	"Agility conveys the ability to efficiently change operating states in response to uncertain and changing market conditions."
Wieder et al. (2007, S. 4)	" Agility [NPD Process Agility] - The ability to face repeated periods of instability due to some modifications of the product dominant design: By anticipating the impact of such a change. By developing the innovative product in a cost effective and responsive manner i.e. without negatively impacting NPD on cost, quality and time."
Conboy (2009, S. 340)	"Agility - the continual readiness of an ISD method to rapidly or inherently create change, proactively or reactively embrace change, and learn from change while contributing to perceived customer value (economy, quality, and simplicity), through its collective components and relationships with its environment."

Fortsetzung **Tabelle 5.1**

Autor	Zitat
Kester et al. (2011, S. 648)	"Agility - The firm readily changes the composition of its NPD portfolio to reflect potential opportunities and threats."
Böhmer et al. (2015, S. 4)	"Agility is the capability to react, and adopt to expected and unexpected changes within a dynamic environment constantly and quickly; and to use those changes (if possible) as an advantage."
Conforto et al. (2016, S. 667)	"Agility is the project team's ability to quickly change the project plan as a response to customer or stakeholders needs, market or technology demands in order to achieve better project and product performance in an innovative and dynamic project environment. "
Albers et al. (2019a, S. 10)	"Agility - based on the system triple theory - is the ability of an operation system to continuously check and question the validity of a project plan with regard to the planning stability of the elements in the system triple and, in the case of an unplanned information constellation, to implement a situation- and demand oriented adaptation of the sequence of synthesis and analysis activities, whereby the customer-, user- and provider-benefits are increased in a targeted manner."
Gren and Lenberg (2020, S. 351)	"By defining agility as responsiveness to change, we define the end goal and see all other aspects as means to that end."
Ozkan and Gok (2022, S. 39)	"Agility - the ability of software development entities including processes, people, technology, tools and approaches to sense and embrace predicted, unpredicted, certain, uncertain external and internal changes, and responding to them reactively or proactively in a timely and inherently manner."
Patil and Suresh (2023, S. 2325)	"Agility [Organization´s Engineering Agility] - is its capacity to respond swiftly to change requests connected to product needs."

Ferner wird nochmals auf die Bedeutung des Begriffs Nutzen sowie dessen Zusammenhang zu den Mittel-Zweck-Beziehungen verwiesen, damit das Ergebnis eingeordnet werden kann.
Die Analyse der Agilitätsdefinitionen verdeutlicht, dass mit der Eigenschaft der Agilität gewisse attributive Funktionen verbunden sind, die demgemäß kennzeichnend sind. So verweisen die Definitionen in Tabelle A.3 auf eine gewisse Antwortfähigkeit/Reaktionsfähigkeit, die in der zeitlichen Dimension spezifiziert werden. So wird zum Beispiel die Antwortfähigkeit der adressierten Organisationseinheiten durch die Adjektive rechtzeitig (Winby and Worley, 2014, S. 226), rapide (Conboy, 2009, S. 340) oder schnell (Overby et al., 2006, S. 121) konkretisiert. Dabei beziehen sich diese zeitlichen Aspekte auf die Notwendigkeit einer Reaktion auf die sich verändernden Gesamtsituationen, die inhärent als Bedrohung der Unternehmensleitung wahrgenommen werden. Die sich verändernden Gegebenheiten werden aus den verschiedenen Domänen unterschiedlich adressiert. Zum Beispiel als wechselnde Marktbedingungen (Narasimhan et al., 2006, S. 443), sich verändernde Marktumfelder (Yusuf et al., 1999, S. 37), als technische Veränderungen und neue Geschäftsmöglichkeiten (Lyytinen and Rose, 2006, S. 183), als Gültigkeiten der Projektpläne (Albers et al., 2019a, S. 10), als kundenorientierte Chancen (Roberts and Grover, 2012, S. 232), als Änderungen hinsichtlich von Produktanforderungen (Patil and Suresh, 2023, S. 2325) oder als jegliche Art von Veränderungen im Allgemeinen (Gren and Lenberg, 2020, S. 351). Im Fokus stehen die wertschützenden oder wertschöpfenden Aktivitäten der jeweiligen Organisationseinheiten (Teece et al., 2016, S. 17), die verbesserte Projekt- und Produktleistung (Conforto et al., 2016, S. 667) sowie im Allgemeinen die wettbewerbsfähigen Handlungsmöglichkeiten der jeweiligen Organisationselemente (Huang et al., 2021, S. 1). Darüber hinaus wird die beschriebene Nutzenperspektive durch Hinzufügung der Proaktivität (Ozkan and Gok, 2022, S. 39) oder Veränderungsschaffung (Conboy, 2009, S. 340) spezifiziert.
In Summe geht es um den Erhalt oder Gewinn von förderlichen Wettbewerbssituation der Unternehmen, die im Sinne des Wett-

bewerbs Werte generieren müssen, um Gewinne zu erzielen, da über die konkrete Wertschaffung die Bedürfnisse von Kunden befriedigt werden. Die Umschreibungen des Begriffs der Agilität adressieren abstrakte Mittel-Zweck-Beziehungen zur Erreichung des beabsichtigten Nutzens, wie zum Beispiel die erhoffte Verkürzung der Markteinführungszeit, die gesteigerte Effektivität, die erhöhte Chance des Markterfolges oder die Steigerung der Qualität der jeweiligen Unternehmensleistung unter gegebenen Randbedingungen (vgl. Schmidt, 2019, S. 46).

Erklärung anhand des Beispiels eines Projekts

Dies wird in der Regel durch ein progressives, iteratives und inkrementelles Vorgehen erreicht, womit zugleich die Kundenintegration zur Validierung von Zwischenergebnissen gewährleistet wird. Dieses exemplarische Vorgehen in Relation zur Nutzenperspektive sei in Abbildung 5.2 anhand eines Projekts dargestellt.

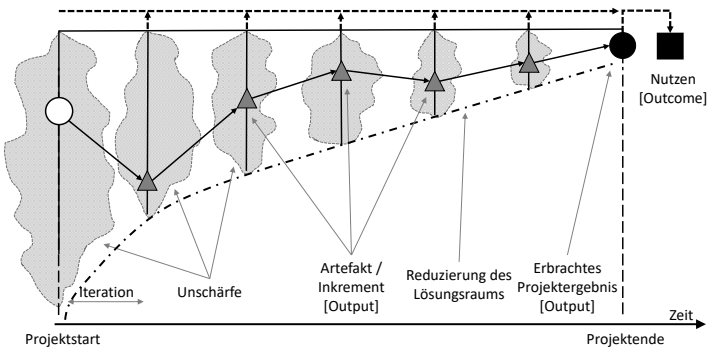


Abbildung 5.2
Visualisierung der Ziel- und Nutzenperspektive (Output-Outcome) von Agilität am Beispiel eines Projekts

Die Abbildung 5.2 veranschaulicht den möglichen Lösungsraum zur Erreichung des zugrunde liegenden und beabsichtigten Wertegehalts im Verlauf eines Projekts von Anfang bis Ende. Die in grau visualisierten Bereiche stellen die Unschärfen (*Fuzziness*) dar und stehen gleichermaßen für interne und externe Unsicherheiten als auch die dadurch induzierten Veränderungen. Der Lösungsraum ist durch einen gewissen Grad an Offenheit gekennzeichnet, da insbesondere in den frühen Phasen des Projekts naturgemäß nur unzureichende Daten- und Informationen zur Verfügung stehen beziehungsweise diese erst durch die Spezifikation währenddessen gewonnen werden können. Die

erwähnte Raumgröße wird nicht nur durch unterschiedliche einsetzbare Technologien, Lösungsprinzipien und Unsicherheiten über deren Verfügbarkeit und Nützlichkeit bestimmt, sondern auch dadurch, wie genau die Kundenbedürfnisse formuliert werden können oder welches Lösungswissen in die Anforderungsformulierung eingebracht werden kann. Je nach Projekttyp (z. B. Anpassungsentwicklung) verändern sich die zu berücksichtigenden Faktoren. Mit fortschreitendem Projektverlauf wird das Zielbild in der Regel präziser, was den Lösungsraum einschränkt und damit auch die Entscheidungsvielfalt verringert. Dadurch kann eine Diskrepanz zwischen dem im technischen Möglichkeitsraum realisierten Artefakt (Output) und dem von den Nutzern wahrgenommenen Problemraum kontinuierlich minimiert werden, was zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Erfüllung der Stakeholder- und Kundenbedürfnisse führt (Outcome), dem initialen Zweck der Agilität.

Aggregation der Ziel- und Nutzenperspektiven

Obgleich zahlreiche nuancierte Unterschiede im Verständnis der Agilität bestehen, sollen die attributiven Ziel- und Nutzenperspektiven im Sinne einer Aufzählung als Ergebnis zusammengefasst werden, ohne den Anspruch zu vermitteln, eine weitere Definition der Agilität anbieten zu wollen:

(1) Erhöhte Reaktions- und Anpassungsfähigkeit außerhalb vordefinierter Parameter innerhalb dynamischer Umgebungen, um beabsichtigte Ziele und Wirkungen zu erreichen
(2) Proaktive Mitigation und Auflösung von Fehlinterpretationen oder ungültiger Bedürfnisannahmen, um beabsichtigte Ziele und Wirkungen zu erreichen
(3) Fokussierung auf wesentliche und essenzielle Fortschrittselemente, um beabsichtige Ziele und Wirkungen zu erreichen
(4) Steigerung von Motivation und Zufriedenheit durch intendierte Übernahme von Verantwortung, zur Erreichung beabsichtigter Ziele und Wirkungen

Durch die erarbeiteten Ergebnisse und das vermittelte Verständnis am Beispiel eines Projekts wird im nächsten Abschnitt die Operationalisierung dieser Ziel- und Nutzenperspektiven angegangen. In dem folgenden Abschnitt geht es also um das *Wie*, wohingegen dieser Abschnitt, das *Was* und *Wozu* adressierte.

5.1.2 Agilität als Konstrukt

Konzeptualisierung von Agilität als Konstrukt
Frage nach dem *Wie*

Um Agilität hinsichtlich der Fragestellung des *Wie* konzeptionell zu präzisieren und somit konfigurieren zu können, ist es notwendig sich über die konstituierenden Elemente Gedanken zu machen, welches ein Meta-System benötigen muss, um die mit der Agilität angestrebten und assoziierten Ziel- und Nutzenperspektiven zu erreichen. Vereinfacht formuliert soll es in diesem Abschnitt um das Vorgehen beziehungsweise die Art und Weise gehen, dass *Was* und *Wozu* zu erreichen.

Beispielhafte Ansätze aus der Managementliteratur

In der Managementliteratur wird mit Hilfe von Meta-Konstrukten versucht, gerade Geschildertes zu beleuchten, wie zum Beispiel durch den Capability-Ansatz (vgl. Brand et al., 2021, S. 159 f.; Meier and Kock, 2022, S. 3476; Teece et al., 2016, S. 13) oder anderer Ansätze, wie den der Ambidextrie oder den des ressourcenbasierten Ansatzes (vgl. Tallon et al., 2019, S. 222; Hiller and Ozgen, 2023, S. 25; Weber and Tarba, 2014, S. 8). Diese Perspektiven spiegeln insofern Gedanken zu Fähigkeiten, Befähigungen und Kompetenzen von Organisationseinheiten wider. Diese Ansätze sind hinsichtlich einer möglichen Konfiguration abstrakt, da sie konstituierende Elemente nicht konkretisieren und beschreiben. So werden beispielsweise Meta-Maße entwickelt, die auf ihrem spezifischen Detaillierungsgrad aufzeigen, welche Maße in der Adressierung notwendig sind, um die Agilität in der Organisationseinheit zu steigern, indem Maße wie Autonomie oder „flache Hierarchien“ berücksichtigt werden (vgl. Meier and Kock, 2022). Die erwähnten Perspektiven haben ihren Ursprung als Untersuchungsinstrument im Bereich des strategischen Managements (vgl. Hiller and Ozgen, 2023, S. 25).

Anforderung an das Konstrukt

Obwohl solche Perspektiven wertvoll für die Erforschung bestimmter Phänomene sind, bestand der Anspruch darin, Agilität als Konstrukt derartig präzise zu konzeptualisieren, dass es kontextspezifisch und methodisch konfigurierbar wird. Dies schließt eine robuste Theoretisierung mit ein, wie sie in Kapitel 1 gefordert ist. Gleichzeitig bleibt der Anspruch bestehen, die theoretischen Wirkmechanismen sichtbarer zu machen und somit aktiv zur Theoriebildung beizutragen. Wie Suddaby (2010, S. 346) erklärt, sind Konstrukte grundlegende Abstraktionen der

realen Welt. Sie werden durch semantische Beziehungen und begriffliche Definitionen angereichert und bilden elementare Entitäten einer soliden Theorie (Suddaby, 2010, S. 347).

Konzeptualisierung des Agilitätskonstruktes

Die konzeptionelle Betrachtung von Agilität erfordert ein beobachtbares und anzustrebendes Verhaltensmuster von Organisationseinheiten (z. B. Entwicklungsorganisationen), um in dynamischen Umfeldern gemäß beabsichtigter Ziele zu agieren. Im Sinne des Systemdenkens muss ein solches Verhalten in den Strukturen der Organisationseinheiten verankert sein. Vereinfacht kann man das Systemverhalten als ein Integral der zugrundliegenden Systemstruktur interpretieren, welches untrennbar mit dieser verbunden ist. Dies kann man sich insbesondere am Beispiel von mechanistischen Apparaturen vergegenwärtigen, in denen die Produktarchitektur als Kombination von Bauteil- und Funktionsstrukturen nur jenes Verhalten abbilden kann, dem die Struktur dieses Produkts zugrunde liegt (vgl. Bender and Gericke, 2021, S. 336). Wenn das Produkt also exemplarisch keine Sensorik hat, wird jenes Produkt keine Zustandsänderungen wahrnehmen können. Um jedoch das Verhalten des Produkts prognostizieren zu können, müssen die inhärenten Wirkmechanismen innerhalb des Systems bekannt und verstanden sein, siehe Unterschied *Black Box* und *White Box* (Haberfellner et al., 2019, S. 9; Dresch et al., 2015, S. 98).

Wichtige Prämisse für soziotechnische Systeme

Es sei an dieser Stelle bereits klar betont, dass soziotechnische Systeme darauf abzielen nicht-lineares Verhalten zu erklären und zu analysieren, da solche Systeme nicht durch mechanistisches oder reduktionistisches Denken erklärt werden können und somit aus gerade zuvor erwähnten Mustern fallen (vgl. Shaked and Schechter, 2017, S. 13; Carmichael and Hadžikadić, 2019, S. 2). Dies heißt im Umkehrschluss jedoch nicht, dass gewisse spatial-temporale Zustände ausschließlich durch den Ansatz der *komplexen adaptiven Systeme* erklärt werden können, obgleich diese Theorie geeignet ist, um auf Basis dynamischer und korrelierter Wechselwirkungen emergente und globale Eigenschaften zu erklären, wie zum Beispiel das Schwarmverhalten von Ameisenkolonien. Wie Forscherkollegen feststellen, ist es stets herausfordernd zu bestimmen, wann der spezifische

Ansatz geeignet ist und wann nicht (Ahmad et al., 2024, S. 1). So können mittels Systems Thinking, dessen Prinzipien diesem Ansatz zugrunde liegen, Aspekte bewusst vereinfacht werden, ohne deren grundsätzliche Eigenschaften zu ignorieren. Denn es liegt auf der Hand, dass komplexe adaptive Systeme ein Spezialfall von Systemen darstellen, dessen Komponenten adaptive Charakteristika besitzen (vgl. Hammond, 2017, S. 3 f.).

Würdigung der pluralistischen Vorarbeiten

Der Grundgedanke zur Nutzung einer systemischen Herangehensweise erfolgte nicht zuletzt auch aus den wissenschaftlichen Publikationen von Kidd (1994), Goldman et al. (1995), Yusuf et al. (1999), Hooper et al. (2001), Conboy and Fitzgerald (2004), Narasimhan et al. (2006), Conboy (2009), Lee and Xia (2010), Gligor et al. (2013), L'Hermitte et al. (2015), Wang and Conboy (2009), Vyshnavi and Chetan (2016), Werder and Maedche (2018), Gren and Lenberg (2020), Baham and Hirschheim (2021), Walter (2021), Meier and Kock (2022), Pinho et al. (2022), Salmela et al. (2022), Heavey and Simsek (2023), Schrof (2023) und Hiller and Ozgen (2023), welche jenen Ansatz umrissen und somit als Inspiration dienten. Nichtsdestotrotz wurde die hier nachfolgend vorgeschlagene Perspektive bisher nicht methodisch formalisiert und publiziert. Im Kapitel 6 werden sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede thematisiert.

Ergebnisdarstellung

Da soziotechnische Systeme grundsätzlich multidimensionale Konstrukte darstellen (z. B. durch Unvorhersehbarkeit des Menschsystems), sei das Agilitätskonzept weiterhin vereinfacht dargestellt, indem die einzelnen Systemelemente und -relationen durch zum Beispiel gerichtete Informationsflussbeziehungen oder Prozesselemente (z. B. Aktivitäten) ergänzt werden. Dieses aus der Abbildung 5.1 abgeleitete Denkmodell wird in Abbildung 5.3 konkretisiert. Ziel dieser Visualisierung ist es, jene Strukturelemente zu charakterisieren, die in erster Instanz ein agiles Verhalten fördern können, um den beabsichtigten attributiven Nutzen zu erzielen. Es gilt hervorzuheben, dass das Konstrukt als solches keine Informationen darüber liefert, wann konkretisierte Elemente genutzt werden sollten.

ⓘ Ein Prozesselement ist eine Abbildung eines Strukturelements

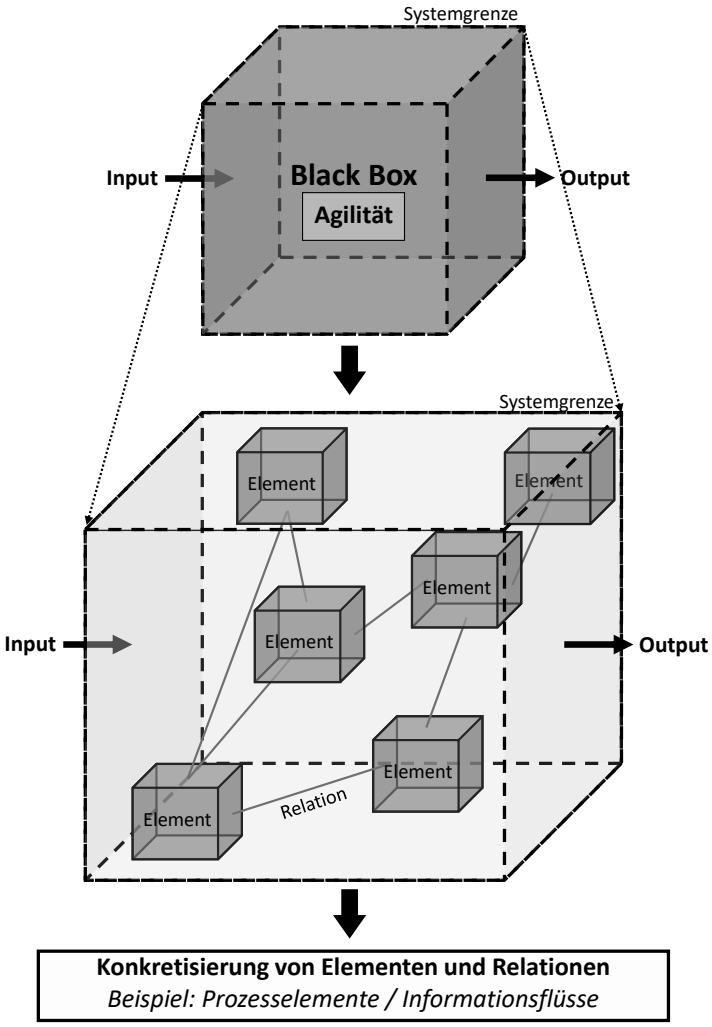


Abbildung 5.3
Visualisierung des Agilitätskonstrukts sowie jener Idee, die *Black Box* kontext- und domänenunabhängig auf einer Meta-Ebene zu systematisieren; Die Verbindung zum *Attribut* ist über den illustrierten Output gegeben, siehe Abbildung 5.1. Die Elemente der Abbildung repräsentieren Strukturelemente.

ⓘ Die Strukturelemente werden im weiteren Verlauf als Elemente bezeichnet

Es wird folglich lediglich abstrahiert beschrieben, welche (Struktur-)Elemente konstituierend für Agilität sind. Die *Black Box* soll folglich in eine *Grey Box* oder *White Box* überführt werden. Mit Hilfe einer solchen abstrahierten Darstellung ist es beispielsweise möglich die Modellierung aller agilen Methoden auf Basis von Grundentitäten vorzunehmen.
Wichtig zu erwähnen ist, dass durch die Integration des Men-

schensystems trotzdem nur eine hinreichende Prognosefähigkeit hinsichtlich des beabsichtigten agilen Verhaltens erreicht werden kann, da selbst bei Vorhandensein aller notwendigen konstituierenden Elemente der Mensch als solcher irrational handeln oder bewusstes Fehlverhalten zeigen kann.

Erklärungsbeispiel: Sprint Review

Dies lässt sich vereinfacht am Scrum-Framework veranschaulichen, bei dem das *Sprint Review* im Kontext dieser Konzeptualisierung ein Prozesselement darstellt, welches innerhalb Scrums operationalisiert ist. Das *Sprint Review* hat den Zweck am Ende eines jeden Sprints künftige Anpassungen auf Basis einer Ergebnisüberprüfung zu ermöglichen (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 10). Wenn das Scrum-Team jedoch bewusst genau dieses Element nicht nutzt oder es irrtümlicherweise als solches nicht erkennt, kann dies dazu führen, dass dem beabsichtigten Nutzen der Agilität entgegengewirkt wird. Abstrahiert formuliert verhält sich das Scrum-Team im beschriebenen Fall nicht agil. Ob es sich bei dem Prozesselement *Sprint Review* um eine konstituierende Grundentität handelt oder nicht, bleibt an dieser Stelle unbeantwortet. Ferner bleibt zum gegenwärtigen Zeitpunkt unbeantwortet, welches die konstituierenden Elemente sind und wie sie zueinander in Beziehung stehen.

Möglichkeit zur situations- und kontextspezifischen Anpassung

Das Ergebnis des Agilitätskonstruktes auf einer Meta-Ebene (siehe Abbildung 5.1 und Abbildung 5.3) bietet in der praktischen Anwendung innerhalb eines spezifizierten Domäne (z. B. Produktentwicklung) die Möglichkeit, die konstituierenden Elemente kontextspezifisch und methodisch anzupassen oder gar notwendig zu berücksichtigende Elemente zu ergänzen.

Dieses abstrahierte Denkmodell des Konstrukts wird im Folgenden als Hilfsmittel genutzt, um Elemente innerhalb der Führung militärischer Operationen zu identifizieren (siehe Abschnitt 5.2) und diese Elemente mit dem Scrum-Framework zu vergleichen (siehe Abschnitt 5.3).

Zunächst wird die Konzeptualisierung der Führung militärischer Operationen im nachfolgenden Abschnitt thematisiert und deren Ergebnisse vorgestellt.

5.2 Konzeptualisierung militärischer Operationsführung

Die Analyse der gesammelten Daten (siehe Tabelle 4.1) dient der Ableitung des prozessualen Vorgehens bei der Führung militärischer Operationen sowie der Identifikation einzelner *Basiselemente*, die das betrachtete System aggregieren und somit zu einer potenziellen Anpassungsfähigkeit und Effektivität führen. Das *Basismodell* des Führungsframeworks wird nun sukzessive aufgebaut und erläutert. Der Begriff des *Basismodells* ergibt sich aus den strukturellen Elementen, die das System in der Basiskonfiguration aggregieren. Ferner ist dieses zunächst vom Menschensystem „losgelöst“ und somit abstrahiert. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse sind im Kontext des holistischen Ansatzes des Systemdenkens zu interpretieren, da die Grundbegriffe unverändert ihre Gültigkeit besitzen (vgl. Haberfellner et al., 2019, S. 4; de Melo et al., 2022, S. 627).

ⓘ Ein Basiselement muss nicht notwendigerweise ein Strukturelement darstellen (vgl. Kapitel 6); Ein Basiselement ist jedoch eine Abbildung eines Strukturelements

Wie bereits in den vorherigen Abschnitten skizziert, bestehen Systeme aus Elementen, Relationen, einem Umfeld sowie einer Grenze (siehe Abbildung 5.3). Durch Modellierung bilden die Elemente und Relationen in einer Ordnung die Struktur eines Systems (Haberfellner et al., 2019, S. 5), siehe Abbildung 5.4.

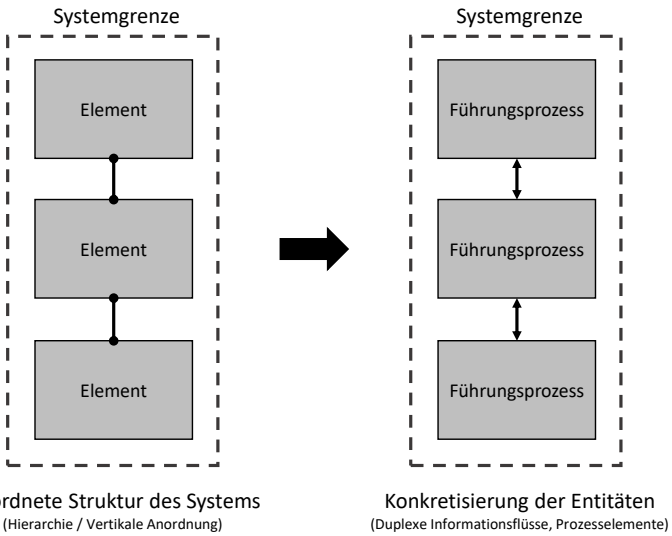


Abbildung 5.4
Vereinfachte Darstellung einer hierarchischen Systemstruktur, die durch Prozesselemente und bidirektionale Beziehungen konkretisiert wurde

In der gezeigten Abbildung 5.4 ist eine hierarchische Struktur zu erkennen. Auf Basis dieser Struktur können nun gerichtete Beziehungen sowie repräsentative Elemente ergänzt werden. In der Abbildung 5.4 sind die Prozesselemente des Führungsprozesses repräsentiert. Die dort gezeigten Führungsprozesse sowie deren Beziehung zueinander sind eine Projektion der gekoppelten Führungsprozesse der Abbildung 3.4.
Die gekoppelten Führungsprozesse in der Abbildung 5.4 wurden durch duplexe Informationsflüsse konkretisiert. Dies bedeutet konkret, dass zwischen den einzelnen Führungsprozessen ein gleichzeitiger bidirektionaler Informationsaustausch (z. B. Kommunikation) ermöglicht wird.

Systemzerlegung des militärischen Führungsprozesses

Ferner können Elemente eines Systems weitere Subsysteme darstellen (Haberfellner et al., 2019, S. 5), die wiederum aus weiteren Elementen bestehen, wie es anhand des singulär linearisierten Führungsprozesses innerhalb der Abbildung 5.5 dargestellt ist. Der Führungsprozess der Abbildung 3.4 sowie der linearisierte Führungsprozess der Abbildung 5.5 sind im Anhang A.5 in skalierter Form sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache illustriert.

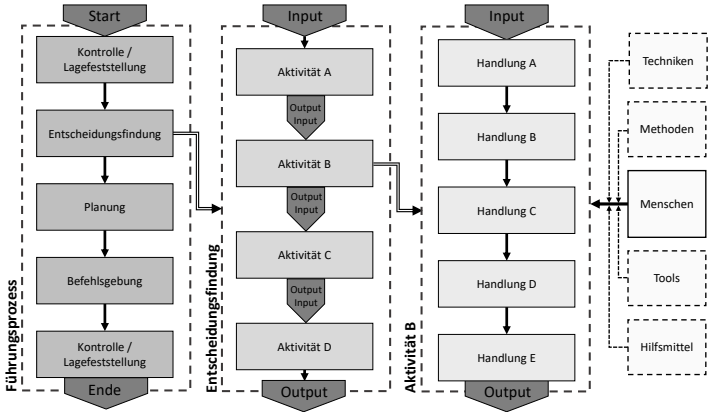


Abbildung 5.5
Systemische Darstellung eines singulär linearisierten Führungsprozesses und dessen Subelemente durch Projektion eines einzelnen Zyklus

Innerhalb der Abbildung 5.5 ist zum Beispiel der sich aus der Projektion der Führungsebene *Gruppe* gedachte Führungsprozess linearisiert. Dieser ist folglich von den darüberliegenden Führungsebenen systemisch abgegrenzt (nicht dargestellt).

ⓘ Trupps bestehen erfahrungsgemäß aus 2-4 Soldaten

An dieser Stelle sei der Vollständigkeit halber angemerkt, dass die Strukturebene der Gruppe in der Regel das kleinste betrachtete Organisationselement innerhalb einer Teileinheit darstellt, obgleich das kleinste Gliederungselement des Trupps unverändert existiert (vgl. BMVg, 2019a, S. 14). Im Kontext dieser Dissertationsschrift ist die *Gruppe* das Äquivalent zum *Team*.
Anhand der Systemzerlegung des linearisierten Führungsprozesses wird erkennbar, dass die einzelnen Elemente des Führungsprozesses wiederum aus weiteren Subelementen bestehen. In Abbildung 5.5 wird exemplarisch der Teilprozess der Entscheidungsfindung genauer betrachtet, welcher wiederum aus einzelnen Aktivitäten und somit Elementen besteht. Diese Visualisierung ist erforderlich, um ein Bewusstsein dafür zu schaffen, dass das gezeigte System weiter zerlegt werden kann und zudem Anpassungen auf verschiedenen Ebenen erforderlich sein können. In diesem Fall wäre das kleinste zerlegte Element zum Beispiel die Handlung, welche sich ebenfalls kontextspezifisch ausprägt. Handlungen können wiederum methodisch unterstützt werden, welches ebenfalls in der Abbildung 5.5 skizziert ist. Dieses Vorgehen der Systemzerlegung funktioniert für alle strukturellen Elemente gleichermaßen.
Wichtig ist, dass die gezeigte Darstellung 5.5 noch keine weiteren Dimensionen (z. B. Zeit) inkludiert, sodass es sich bei dieser Modellierung formell um ein Ablaufmodell handelt. Erst durch das in die Anwendung Bringen in der zeitlichen Dimension, unter der Einbindung des Menschen als Akteur, wird ein Verhalten erzeugt. Es gibt also einen Unterschied zwischen einem Prozess welcher formal zu durchlaufen ist und einem Prozess der tatsächlich durchgeführt wird (Eckert and Clarkson, 2010, S. 153). Wie Eckert and Clarkson (2010, S. 154) betonen wird dieser Unterschied nur selten expliziert. Im Wesentlichen werden die Elemente von Systemen und Teilsystemen über mehrere Dimensionen zeitlich integriert, um das beabsichtigte Verhalten (Ziel) zu erreichen (vgl. Whyte and Davies, 2021, S. 245 f.). Dieser Prozess ist Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung.

Systemintegration des Führungsprozesses zur Führung militärischer Operationen

Das *Basismodell* konzeptualisiert die Führung militärischer Operationen, um die Operationsziele zu erreichen.

Dabei werden die Elemente des Führungsprozesses sowie dessen Artefakte (Output) dargestellt und abstrahiert. Ferner wird der Ablauf des Führungsprozesses durch die zeitliche Dimension erweitert und unter Einbindung des Menschen als agierendem Akteur prozessiert. Zunächst erfolgt jedoch eine rollenunabhängige Betrachtung der am Prozess beteiligten *Menschen*.
Durch den schrittweisen Aufbau einzelner Elemente können Führungsprozess und Handlungsprozess entkoppelt werden. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 5.6 als schematische Darstellung aufgegriffen, in der sich Führungsprozess und Handlungsprozess in einer iterativen, aufeinanderfolgenden Schleife modellieren lassen.

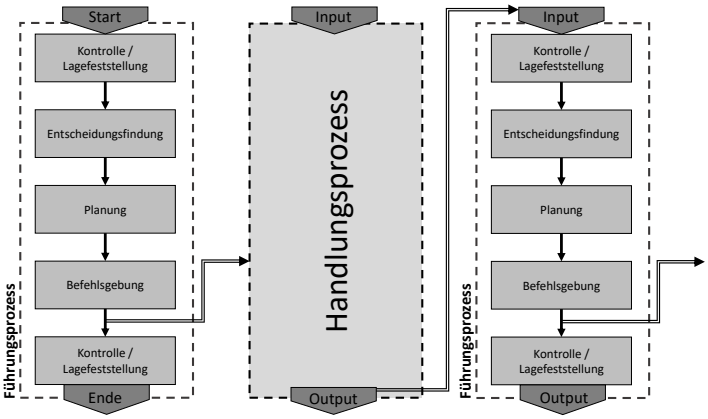


Abbildung 5.6
Konsekutive Prozessschleife sowie Entkopplung der militärischen Führungs- und Handlungsprozesse

Aus dieser Entkopplung ergeben sich für das Basismodell in Abbildung 5.7 eine horizontale und eine vertikale Komponente, welche rekursiv zueinander sind. Die vertikale Komponente steht für den Führungsprozess, während die horizontale Komponente den Handlungsprozess repräsentiert.
Um das prozessierte Modell einschließlich der vertikalen Komponente im Kontext dieser Arbeit einordnen und verstehen zu können, ist es wichtig zu begreifen, dass die Legitimität zur Durchführung militärischer Operationen ihren Ursprung in einer politischen Willensbildung hat, siehe Kapitel 3.
Dadurch ist das Führungssystem der Bundeswehr automatisch innerhalb einer hierarchischen Struktur eingebettet. Insofern

führt der politische Wille zu einer politisch-militärstrategischen Absicht und somit zum militärischen Auftrag. Das Kaskadieren dieser Absicht sowie dieses Gesamtauftrages entspricht initial einem vertikalen Informationsfluss über jene Struktur der Hierarchie. Wird nun zum Beispiel wie bereits dargelegt, dass taktische Element *Gruppe* als Äquivalent zum *Team* betrachtet, ergibt sich das abstrahierte Basismodell der Abbildung 5.7. Die Abbildung 5.7 ist im Anhang A.5 in vergrößerter Form sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache visualisiert.

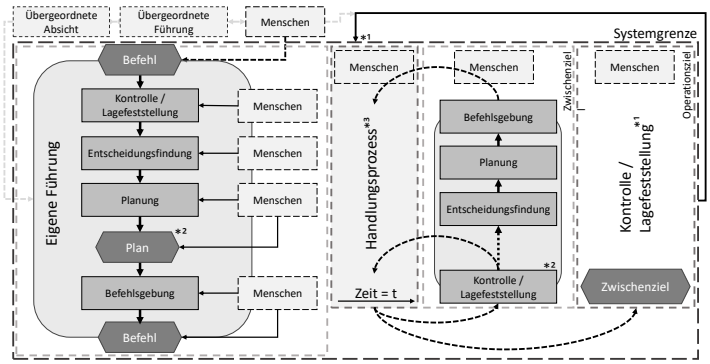


Abbildung 5.7
Das *Basismodell* des Führungsframeworks zur Führung militärischer Operationen aus einer Prozessperspektive:
*1Vertikale Orientierung;
*2Horizontale Orientierung;
*3Militärischer Prozess des Handelns

Die unterschiedlichen Rollen innerhalb der Gruppe sind unverändert abstrahiert, indem sie als Menschen dargestellt werden. Diese Vereinfachung soll Gegenstand der Diskussion in Kapitel 6 sein. Außerhalb des Systems *Gruppe* (außerhalb der schwarzen gestrichelten Linie), findet ein übergeordneter Führungsprozesses statt, welcher einen Input im nachgeordneten Führungsprozess der Teileinheit *Gruppe* erzeugt.

Führungsprozess: Lagefeststellung

Die *Lagefeststellung* beruht auf den gewonnenen Erkenntnissen und Informationen, die zum jeweiligen Zeitpunkt vorhanden sind, sowohl aus Perspektive der übergeordneten Führung (hier: Zug) als auch aus der Perspektive der Teileinheit (hier: Gruppe). Es sei angemerkt, dass die Lage im Allgemeinen die vorliegende und gegenwärtige Situation von militärischen Einheiten beschreibt. Bei der *Lagefeststellung* werden also vorhandene sowie eingehende Informationen systematisch geordnet, ausgewertet und beurteilt. Dort entsteht das Artefakt des *Lagebilds*.

Führungsprozess: Entscheidungsfindung

Der *Entscheidungsfindungsprozess*, welcher aus verschiedenen Ak-

tivitäten besteht, siehe Abbildung 5.5 ist ein wesentlicher Kern des Führungsprozesses der Landstreitkräfte, der das Ziel hat folgerichtige Entschlüsse zu fassen, damit beabsichtigte Zustände und Wirkungen erreicht werden können (vgl. BMVg, 2017c, S. 12 ff.). Als Ergebnis dieses *Entscheidungsfindungsprozesses* entsteht das Artefakt des *Entschlusses*. Dabei wird der *Entschluss* in einer spezifischen Art und Weise formuliert.

Führungsprozess: Planung

Nachfolgend wird auf Grundlage des *Entschlusses* eine *Planung* durchgeführt, deren zeitlicher Planungshorizont sich aus den zu erwartenden Lageänderungen ergibt. Dies setzt eine angemessene Prognosefähigkeit voraus. Das Ergebnis der *Planung* ist das Artefakt des *Plans*, wie in Abbildung 5.7 visualisiert. Dieser *Plan* enthält im militärischen Kontext Grenzen, Räume sowie die sogenannten *Objectives* respektive Ziele.

Führungsprozess: Befehlsgebung

Mittels des nächsten Teilprozesses, der *Befehlsgebung*, wird der *Plan* in Handlungsanweisungen umgesetzt (BMVg, 2017c, S. 30). Das Ergebnis ist das Artefakt des *Befehls*, welcher nach deutschen Führungsverständnis Aufträge und Aufgaben enthält, die in ihrer Verantwortlichkeit selbstständig umzusetzen sind.

Handlungsprozess und ein Element des Führungsprozesses: Kontrolle

Der Führungsprozess endet in Anlehnung an Abbildung 5.5 mit der *Kontrolle* sowie der erneuten *Lagefeststellung*. Zwischen den Elementen *Befehlsgebung* und *Kontrolle/Lagefeststellung*, in dem Führungsprozess nicht dargestellt (vgl. Abbildung 5.6), findet also der konkrete militärische *Handlungsprozess* über eine Dauer *t* statt, siehe Abbildung 5.7. Der Handlungsprozess ist wie geschildert von dem Führungsprozess entkoppelt.

ⓘ Der Begriff der Kontrolle ist vom Begriff Controlling zu differenzieren

Die *Kontrolle* stellt den formalen Abgleich zwischen Ist-Zuständen und Soll-Zuständen dar (vgl. Klein, 2008, S. 289).

Um die jeweiligen Zustände bezogen auf das Zwischenziel zu überprüfen, wird mittels eines anzupassenden *Lageberichtes* in abgewogenen Zeitabschnitten eine *Lagefeststellung/Kontrolle* durchgeführt. Je stärker der Handlungsprozess Dynamiken unterliegt, desto höher die Frequenz der durchzuführenden *Lageberichte*. Formal wird die Anzahl der *Lageberichte* in Abhängigkeit der Situation (*Lage*) derartig gewählt, dass dies im Einklang mit der erlebten und geschätzten Änderungsgeschwindigkeit sowie Unsicherheit steht. Die Häufigkeit zur Feststellung von Ablagen

(Differenz zwischen Ist-Lage und Soll-Lage) hängt folglich von der Dynamik der militärischen Operation ab. Die Periodizität des Elements der *Kontrolle/Lagefeststellung* ist folglich nicht zwingend vorab episodenhaft determiniert.

Horizontale Orientierung: Eigene Führungsebene

Wie in Abbildung 5.7 ersichtlich, wird nach einem Zeitschritt des *Handlungsprozesses* eine *Kontrolle/Lagefeststellung* durchgeführt. Diese Kontrolle dient der Erreichung des Zwischenziels der Gruppe und wird als horizontale Kontrolle bezeichnet. Verläuft alles wie prognostiziert, wird der Handlungsprozess gemäß dem Auftrag weiter durchgeführt. Dies ist in Abbildung 5.7 durch den zurückzeigenden gestrichelten Pfeil gekennzeichnet.
Sind jedoch Abweichungen, Änderungen oder Probleme zu berücksichtigen, wird mittels eines vollumfänglichen Führungsprozesses eine Justierung vorgenommen, ehe der Handlungsprozess fortgesetzt wird. Diese Schritte sind ebenfalls in Abbildung 5.7 illustriert und enden mit der erneuten *Befehlsgebung* ehe der militärische *Handlungsprozess* fortgeführt wird.
Dieser rekursive Zyklus wird so lange durchgeführt bis eines der Abbruchkriterien in Bezug zum Zwischenziel erreicht ist. Die Abbruchkriterien sind: (1) das Zwischenziel ist erreicht, (2) die Schätzung der Zeitdauer wurde überschritten oder (3) das beabsichtigte Ziel ist nicht mehr zu erreichen.

Vertikale Orientierung: Weitere Führungsebenen

Beim Erfüllen eines dieser Kriterien wird aus prozessualer Sicht zum nächsten Schritt übergegangen, in dem die *Kontrolle/Lagefeststellung* auf vertikaler Ebene durchgeführt wird. Dies sei als vertikale Kontrolle bezeichnet. Im Rahmen dieses Elements wird bezugnehmend zur übergeordneten Führungsebene ein Soll-Ist-Abgleich durchgeführt. Ferner werden dort Lageinformationen und weitere Erkenntnisse ausgetauscht. Im Ergebnis wird hier das *Zwischenziel* (ein Soll-Zustand), welches es zu erreichen gilt, mittels des verantwortlichen militärischen Führers bezogen auf die Absicht validiert.

Rekursivität des Basismodells des Führungsframeworks

Bezugnehmend auf die gesamte militärische Operation werden diese einzelnen Prozessschritte so lange durchgeführt bis die Summe der Zwischenziele dem Endzustand der militärischen Operation entsprechen. Innerhalb dieses Prozesses auf der Systemebene Gruppe finden sukzessive Rückkopplungen auf ande-

re sowie gleiche Führungsebenen statt, welche in der Abbildung 5.7 nicht dargestellt sind.

Besonderer Befund: Absichtskommunikation als Moderatorelement

Die Ergebnisse zur Führung militärischer Operationen zeigen, dass die Befehle neben den Einzelaufträgen und Aufgaben zudem die *Absicht* der militärischen Operationen enthalten. Die Artefakte der Tabelle 4.1 indizieren, dass die Absichten der einzelnen Führungsebenen durch die Befehle kommuniziert werden. Die Analyse der Fallstudienergebnisse zeigt den wesentlichen Zusammenhang zwischen der Artikulation von Absicht und der effektiven Führung militärischer Operationen. Die Absicht wird in einer bestimmten Form (Entschlussform) formuliert und kommuniziert. Die Absicht enthält die Beschreibung des Ziels und des zugrunde liegenden Zwecks. Ein standardisierter und finalisierter Entschluss beinhaltet das *Wer (Organisationseinheit)*, *Was (Ziel)*, *Wann*, *Wie*, *Wo* und *Wozu (Zweck)*. Die Bedeutung der einzelnen Elemente des Entschlusses sowie Variationen werden in der Diskussion thematisiert. Die Relevanz der Absicht, die von der übergeordneten Führung geprägt ist, wird in der Vorschrift besonders herausgestellt:

> *„Übergeordneter Führer [Übergeordnete Führung] bestimmt die Zielsetzung. Seine Absicht und der von ihm gegebene Auftrag sind maßgebend für das Denken und Handeln des nachgeordneten Führers, der für die Erfüllung des erteilten Auftrages verantwortlich ist; ihm ist bei der Ausführung soviel Freiheit wie möglich zu lassen […] Die Eigene Absicht muss unmissverständlich im Entschluß/Befehl zum Ausdruck kommen.“* (BMVg, 1973, Nr. 1005, Schutzfrist abgelaufen)

Die Vorschriften (vgl. Tabelle 4.1) legen nahe, dass die Absicht der übergeordneten Führung entscheidend bleibt und somit eine Leitlinie für das Handeln bildet. Die Absicht hat eine unterstützende Wirkung hinsichtlich der Übernahme von Verantwortung unter den dynamischen Bedingungen militärischer Operationen. Die Interviewergebnisse bestätigen die praktische Umsetzung in der Frage nach den Möglichkeiten zur Zielkommunikation, wie prägnant von zwei Interviewpartnern zusammengefasst:

„Mit meiner Absicht." (Interview 2)

„[Mit] einem Befehl, unabhängig davon um was für einen Befehl es sich handelt. Dort ist die Absicht enthalten, welche wesentlich ist. Grundsätzlich werden in den Befehlen die Entschlüsse der jeweiligen Führungsebene kommuniziert. Dort wird das Ziel mit angesprochen." (Interview 21)

Die Ergebnisse indizieren ferner, dass die Absicht der übergeordneten Führung eine Orientierung innerhalb dynamischer Situationen erzeugt. Dadurch werden die eigenverantwortlich getroffenen Entscheidungen auf einen Zweck ausgerichtet und dienen damit der Verwirklichung eines übergeordneten Gesamtziels. Dies fördert die Nutzung von breiteren Kompetenzen und Kreativität. Bei einer fehlenden oder nicht gänzlich verstandenen Absicht ergibt sich ein Interpretationsspielraum. In den Worten zweier Befragter:

„Rahmenbedingungen können sich jederzeit ändern. Heißt also, wenn ich die Absicht meiner übergeordneten Führung kenne, dann kann ich in dieser Situation im Sinne dessen reagieren. Wenn ich diese nicht kenne, dann muss ich zumindest nach bestem Wissen und Gewissen reagieren, ohne das ich diese kenne." (Interview 6)

„Das [die Absicht] ist extrem wichtig, weil sich daraus auch die wesentliche Leistung ableitet. […] Dies [die Absicht] ist eine Leitplanke für mein eigenes Handeln." (Interview 17)

Die Ergebnisse der Interviews verdeutlichen, dass die Artikulation der Absicht von zentraler Bedeutung im Sinne der Auftragstaktik ist. Sie wird von den befragten Soldaten als erforderliches Minimum verstanden, obgleich die Formulierung der Absicht auch nicht das umfassende Verständnis für die militärische Operation erzeugt. Nichtsdestotrotz führt die Absicht zum Verständnis der geführten Soldaten, die auf Grund der Artikulation der Absicht selbstständig und eigenverantwortlich im Sinne des Auftrages mitwirken können, zum Beispiel im Erreichen der

assoziierten Ziele. Dies wird anhand des folgenden Zitates eines Interviewten deutlich:

> *„Die Absicht ist von immenser Wichtigkeit. Damit wecke ich das Verständnis der Geführten. […] Das ist wirklich sehr wichtig, denn nur so kann jeder Mensch verstehen, worum es eigentlich geht. […] Denn sie [die Soldaten] wollen ja auch mitdenken und mitarbeiten."* (Interview 18)

In den archivierten Vorschriften wird die Wichtigkeit der Formulierung und Kommunikation der Absicht im Sinne des Ausgangspunkts für das Denken und Handeln der Soldaten innerhalb militärischer Operationen benannt. Ferner wird auch einem Subsidiaritätsprinzip Rechnung getragen, dass jeder Führungsebene für ihren speziellen Auftrag ein Handlungsspielraum gewährt. Dies ist in der Vorschrift wie folgt beschrieben:

> *„Der Auftrag ist das Kernstück jedes Befehls, da dieser das Ziel und den Ausgangspunkt für das Denken und Handeln der untergebenen Soldaten bestimmt. Im Auftrag muss daher unmissverständlich die Absicht zur Geltung kommen. Ein Auftrag soll dem unterstellten Führer weitgehend Freiheit in der Ausführung lassen. Er soll nur Bedingungen enthalten, die im Zusammenwirken unerlässlich sind. Eingriff nur dann, wenn die Absicht also die Ziele konkret gefährdet sind."* (BMVg, 1972, Nr. 354, Schutzfrist abgelaufen)

Zwei zusätzliche explizite Aspekte werden der Absicht hinzugefügt, welche bisher nicht adressiert worden sind und auf einen Vorteil in extremen VUCA-Umgebungen hinweisen. So indizieren die ausgewerteten Daten der Tabelle 4.1, dass sich die Absichtskommunikation als vorteilhaft erweist, wenn ein Kommunikationsabbruch den Austausch von Informationen unterbindet. Ferner zeigt die Analyse, dass den situativen Änderungen vor Ort, auch am besten vor Ort begegnet werden kann. So sind die eingesetzten militärischen Führer und Soldaten besser in der Lage, vor Ort eine geeignete Lösung zu finden, als jene, denen die Informationen erst zur Entscheidungsfindung übermittelt

werden würden. Dies deutet darüber hinaus darauf hin, dass die Entscheidungen innerhalb der militärischen Operation zeitkritisch sind und aus holistischer Perspektive unzweckmäßig beschieden werden könnten. Damit jedoch die Entscheidungen im Sinne einer übergeordneten Absicht getroffen werden können, bedarf es der konkreten Artikulation der Absicht. Zwei der interviewten Soldaten formulierten dies wie folgt:

> *„Am Ende des Tages muss ich eine rationale Entscheidung basierend auf den Informationen, die zur Verfügung stehen, treffen. Hierzu muss ich die Entscheidung basierend auf der Absicht der Vorgesetzten [übergeordnete Führung] treffen und diese mit der aktuellen Lagefeststellung vor Ort abgleichen. Es sei aber klar herausgestellt, dass die Entscheidung schlussendlich vor Ort getroffen werden muss.“* (Interview 8)

> *„Man [die Soldaten] muss vor Ort also selbst sehen, wie man sich zurechtfindet. Und das ist die wesentliche Stärke, wenn man weiß, was die Absicht der übergeordneten Führung ist, weil man vor Ort am besten geeignet ist, eine angemessene Lösung zu finden, egal für welches Problem.“* (Interview 11)

Zusammenfassend zeigt die Analyse der Daten in Tabelle 4.1, dass insbesondere unter extremen VUCA-Bedingungen, die Absicht sowie ihre Kommunikation ein entscheidender Aspekt effektiver Führung und Durchführung von militärischen Operationen ist. Die Absicht sowie ihre Ausprägungen auf nachfolgenden Führungsebenen werden mittels eines Befehlsschemas kommuniziert. Dabei ergibt sich die Absicht aus dem Entscheidungsfindungsprozess der jeweiligen Führungsebene und wird nicht einfach übertragen. Dies bedeutet, dass hier eine Führungsleistung auf der jeweiligen Ebene erfolgt. Ferner muss die Absicht mit realistischen Zielen gekoppelt sein, die auch die zugrunde liegenden extremen VUCA-Bedingungen widerspiegeln müssen. An dieser Stelle sei abschließend ebenfalls aus den Interviews extrahiert und offengelegt, dass ein nicht stringent durchgeführter Führungsprozess unabhängig der Führungsphilosophie zu

Fehlern führt, wie folgender Befragter klarstellt:

> *„Letztendlich lebt die Auftragstaktik natürlich auch von einem sauberen Führungsprozess. Daraus [ebenfalls] abgeleitet im Punkt Befehlsgebung [Sprechpause] das muss natürlich auch sauber durchgeführt und durchdacht werden. Das gilt aber auch in jedem anderen Führungsprozess. Wenn im Führungsprozess etwas falsch läuft, unabhängig davon welches Führungsprinzip wir nutzen, dann kann etwas schief gehen."* (Interview 17)

5.3 Vergleich zum Scrum-Framework

Zunächst wird das *Basismodell* des Scrum-Frameworks graphisch dargestellt. Dies vereinfacht den strukturellen Vergleich beider Basismodelle. In Anlehnung an die Repräsentationen und Beschreibungen der Veröffentlichungen von Tavares et al. (2019, S. 1887); Cervone (2011, S 20 f.); Schwaber and Sutherland (2012, S. 61); Cano et al. (2021, S. 3); Harvie and Agah (2016, S. 479); Sverrisdottir et al. (2014, S. 259); Schmidt (2019, S. 24); Schrof (2023, S. 19) sowie der konkreten Beschreibung des Scrum Guides (Sutherland and Schwaber, 2020) lässt sich das gezeigte Basismodell der Abbildung 5.8 extrahieren.
Die Abbildung ist ebenfalls in deutscher und englischer Sprache in skalierter Form im Anhang A.5 befindlich.

ⓘ Detaillierte Beschreibung von Scrum in Kapitel 2.4.4

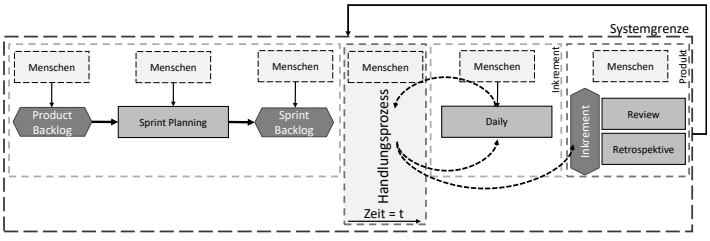


Abbildung 5.8
Das *Basismodell* des Scrum-Frameworks für das Management agiler Projekte aus einer Prozessperspektive in Anlehnung an Sutherland and Schwaber (2020) und Abbildung 2.30

Die Darstellung beinhaltet folglich die an dem Prozess beteiligten Rollen, die in der Grafik unter dem Begriff *Menschen* substituiert wurden. Diese Substitution wird im Kapitel 6 aufgegriffen und diskutiert. Ferner zeigt Abbildung 5.8 die bereits in Abschnitt

Gegenüberstellung der Zweckperspektiven einzelner Systemelemente der gezeigten Basismodelle

2.4.4 erläuterten Events und Artefakte des Scrum-Frameworks, die hier als Elemente interpretiert werden.
Wie Haberfellner et al. (2019, S. 4) schildern *„entspricht die Funktion meist dem Verwendungszweck eines Elementes im Rahmen eines bestimmten Systemkontextes."* Auf Grundlage dessen können die Elemente der *Basismodelle* des Scrum-Frameworks sowie des militärischen Führungsframeworks hinsichtlich ihres Zwecks (Funktion) verglichen werden. Im Nachfolgenden werden zunächst sowohl die einzelnen Elemente als auch deren Zweckperspektiven beschrieben, auf deren Grundlage eine Gegenüberstellung auf analoger Ebene vorgenommen wird.
Zur Unterstützung der Gegenüberstellung ist in Abbildung 5.9 eine visuelle Zuordnung der Elemente der jeweiligen Basismodelle dargestellt. Die Abbildung 5.9 ist ebenfalls im Anhang A.5 in vergrößerter Form sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache illustriert.

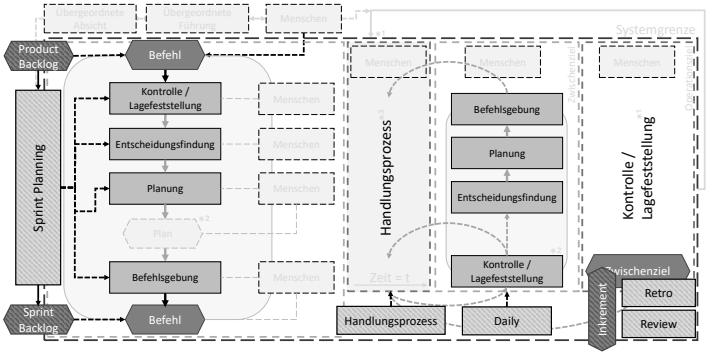


Abbildung 5.9
Analogien zwischen den Elementen des Scrum-*Basismodells* sowie seinem militärischen Äquivalent; Die schraffierten Elemente stellen die Basiselemente von Scrum dar. Beachte, dass die zeitliche Dimension integriert ist. Die inhärenten Strukturelemente der Basismodelle sind nun zeitlich verschränkt.

Wie der Abbildung 5.9 zu entnehmen ist, sind die einzelnen Artefakte und Events des Scrum-Frameworks auf das in der zeitlichen Dimension prozessierte militärische Basismodell des Führungsframeworks geplottet. Die in der Tabelle 5.2 dokumentierten Zweckperspektiven der gegenübergestellten Elemente tragen, ebenso wie die Abbildung 5.9, zur Nachvollziehbarkeit der Analogiebildung bei.
Nachfolgend sollen die Artefakte, Events und Rollen (in der Abbildung 5.9 als Menschen substituiert) betrachtet werden.

5.3.1 Artefakte

ⓘ Zur Nachvollziehbarkeit: Einige Elemente werden fortfolgend wiederholt

Artefakte sind gemäß PMI (2021, S. 236) und Garcia et al. (2022, S. 3), Objekte, Erzeugnisse und Projektliefergegenstände die Arbeit oder Wert darstellen.
Das Backlog beschreibt den Auftragsbestand, welcher sich während einer bestimmten Zeit angesammelt hat (Dörrenberg and Freiherr von Rotenhan, 2019, S. 1092).
Scrum unterscheidet das *Product Backlog*, welches eine Liste von Anforderungen und Features an das Gesamtprodukt darstellt, sowie das *Sprint Backlog*, welches die zu erledigende Arbeit innerhalb eines Sprints beschreibt (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11 ff.). Das *Product Backlog* hat den Zweck die gesamtheitlich zu erledigende Arbeit in Bezug zu den Anforderungen des Produkts auszudrücken (Harvie and Agah, 2016, S. 478). Das *Sprint Backlog* hat den Zweck die für den Sprint, also für einen Zeitschritt, zu erledigende Arbeit zu beschreiben, indem ausgewählte Product Backlog Items sowie der dazugehörige umsetzbare Plan bestimmt wird (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020, S. 12; Verwijs and Russo, 2023, S. 4).
Der Zweck des Befehls ist es, den an der Operation teilnehmenden Soldaten Informationen bereitzustellen, welche Aufträge zu erfüllen sind und wozu Sie erreicht werden sollen, ohne die Handlungsfreiheit unzweckmäßig einzuschränken. Dies findet auf der jeweiligen Abstraktionsebene in ebenengerechter Ausführung statt. Dieses Konglomerat ist in der Tabelle 5.2 als Befehl (im Sinne eines Auftragbefehls) zusammengefasst.

ⓘ Beachte, dass ein Auftrag einen Befehl impliziert, siehe Kapitel 3

Ein weiteres Artefakt, das Inkrement, stellt einen konkreten Schritt in Richtung des Produktziels (Product Goal) dar und dient dem Zweck sukzessive Wert zu schaffen (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 13). Inkremente folgen einer *Definition of Done* (Objective), welche eine diskrete Beschreibung des Zielzustands darstellt (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020, S. 13; Verwijs and Russo, 2023, S. 4). Im militärischen Kontext der Operation existieren Zwischenziele (Intermediate Objectives), die als Zwischenschritte zu Erreichung des Gesamtziels dienen und ebenfalls diskrete Zustände beschreiben.

5.3.2 Events

Events lassen sich als Ereignisse deklarieren, die zu einem bestimmten Zeitpunkt oder während einer bestimmten Zeitspanne stattfinden, in der etwas Definiertes geschieht (vgl. Oxford English Dictionary, 2025; Bañuls et al., 2017, S. 96).
Der Zweck des Sprints ist es, mittels Handlungen Ideen in Wert zu wandeln. Ferner dient dieser als Container der Scrum Events. In Abbildung 5.9 finden sich dort die militärischen Führungs- und Handlungsprozesse, deren Zweck die Erzeugung einer Wirkung respektive die Realisierung der Absicht ist.
Das *Sprint Planning* initiiert den Sprint, wobei *Product Backlog* Einträge gewählt werden, die hinsichtlich einer Priorisierung für den Sprint ausgewählt und zum *Sprint Backlog* überführt werden (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020, S. 9; Cano et al., 2021, S. 6). Somit verbindet das *Sprint Planning* aus prozessualer Sicht den Input *Product Backlog* und den Output *Sprint Backlog*, wobei der Zweck des *Sprint Planning* darin besteht, eine nach Prioritäten geordnete Liste zu erstellen, welche Aufgaben im Rahmen eines Sprints erledigt werden sollen (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 9). Im Vergleich zum Sprint Planning (siehe Abbildung 5.9) zeigt sich im militärischen Basismodell der Führungsprozess. Dieser Führungsprozess wandelt den Input eines Befehls in den Output eines anderen Befehls um. Der Zweck des Führungsprozesses ist die Verhaltensregulierung der beteiligten Soldaten um determinierte Ziele zu erreichen (BMVg, 2022a, S.49). Der Führungsprozess ist in Teilprozesse untergliedert, deren Zwecke in Tabelle 5.2 beschrieben sind.
Das *Daily Scrum* hat gemäß Sutherland and Schwaber (2020, S. 10) den Zweck *„den Fortschritt in Richtung des Sprint-Ziels zu überprüfen und das Sprint Backlog bei Bedarf anzupassen, um die bevorstehende geplante Arbeit zu justieren."*
In der Abbildung 3.4 zeigt sich, dass Elemente des Führungsprozesses zur Anwendung gebracht werden. Die *Kontrolle/Lagefeststellung* als initiales Element hat den Zweck, sowohl Friktionen als auch Fehleinschätzungen sowie Prozessfortschritte zu überprüfen und Informationen zum Ist-Zustand bereitzustellen. Bestehen Friktionen hinsichtlich der prognostizierten Erreichung

des Soll-Zustandes, wird der damit verbundene Führungsprozess zur Anpassung und Justierung des Handlungsrahmens vollumfänglich durchgeführt. Diese Anpassung erfolgt gemäß dem Modell der Abbildung 3.4 durch erneutes Durchlaufen des militärischen Führungsprozesses.
Das *Sprint Review* als weiteres Event hat den Zweck das Ergebnis des Sprints, also das Inkrement zu überprüfen, um darauf basierend künftige Anpassungen festzulegen (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 10; Cano et al., 2021, S. 6; Verwijs and Russo, 2023, S. 10). Dies geschieht mit den Stakeholdern. Beim Erreichen des militärischen Zwischenziels wird eine *Kontrolle/Lagefeststellung* initiiert, wobei diese mit der darüber liegenden Führungsebene (Stakeholder) durchgeführt wird. Der Zweck ist es, bezogen auf die Lageentwicklung und dem bisher erreichten Zustand festzulegen, ob etwaige Anpassungen vorzunehmen sind. Dies dient als Input und Rückkopplung und löst einen neuen Führungsprozess auf der entsprechenden Führungsebene aus. Der darüberliegende Führungsprozess ist in Abbildung 3.4 außerhalb der Systemgrenze dargestellt und vereinfacht.
Die *Sprint Retrospektive* hat gemäß Sutherland and Schwaber (2020, S. 10) den Zweck *„Wege zur Steigerung von Qualität und Effektivität zu planen."*
Im militärischen Pendant ist der Punkt *Kontrolle/Lagefeststellung* als formaler Soll-Ist Abgleich zu finden, dessen Zweck es zusätzlich ist, den Zustand und die Stimmung der Truppe zu erfassen als Grundlage für weitere Entscheidungen.

5.3.3 Rollen

Eine Rolle ist gemäß PMI (2021, S. 250) *„eine festgelegte Funktion, die von einem Mitglied des Projektteams ausgeführt wird, wie zum Beispiel Testen, Ablage, Inspektion oder Codierung."*
Im militärischen Kontext existieren innerhalb der militärischen Operation auf der Führungsebene der Gruppe zwei Rollen, wobei die Rollen innerhalb der Abbildung 5.7 als Menschen substituiert sind: Der Gruppenführer sowie die Soldaten der Gruppe. Der Gruppenführer trägt die Verantwortung dafür, die gesetzten Ziele unter Berücksichtigung des Personals und der vorhandenen

Ressourcen zu erreichen. Dies determiniert auch den Zweck des Gruppenführers, siehe Tabelle 5.2. Im militärischen Kontext ist der Gruppenführer den Soldaten der Gruppe vorgesetzt und weisungsbefugt. Die Soldaten der Gruppen haben den Zweck, durch wirksamen Handeln Absicht und abgeleitete *Objectives* (Ziele) zu realisieren und somit Wirkungen (Wert schaffen) zu erzielen. Die Gruppe wird abhängig von den für den Auftrag benötigten Fähigkeiten zusammengestellt. In der Regel ist die Gruppe einer grundsätzlichen Truppengattung zugeordnet.

Der Scrum Guide definiert drei Rollen innerhalb eines Scrum-Teams, namentlich den Product Owner, den Scrum Master und die Entwickler (Developers) (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 2). Nach Sverrisdottir et al. (2014, S. 260) ist der Product Owner wichtig, da er die Anforderungen und Ziele des Produkts/Projekts vorgibt. Der Product Owner hat den Zweck, den Wert des Produkts zu maximieren. Mit diesem Zweck sind dem Product Owner gemäß Scrum Guide verschiedene Aufgaben zugeschrieben. Die Entwickler haben den Zweck, konkreten Wert im Rahmen von Arbeitsschritten zu generieren. Der wertschöpfende Anteil ist folglich auf die Entwicklung des jeweiligen Produkts gerichtet. Damit kommt den Entwicklern folglich eine besondere Bedeutung im Produktentwicklungsprozess zu.

Der Scrum Master hat den Zweck, dass Scrum, wie im Scrum Guide beschrieben, eingeführt und umgesetzt wird (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 7). Gemäß Scrum Guide nimmt der Scrum Master dementsprechend Führungsaufgaben wahr, indem er das Team zum Beispiel unterstützt sich auf hochwertige Inkremente zu fokussieren. Der Scrum Master ist ferner für die Effektivität des Teams verantwortlich (Kadenic et al., 2023b, S. 2).

Im militärischen Pendant ist diese Rolle nicht zu finden, wie es in Tabelle 5.2 visualisiert ist.

Ein Hinweis zum Lesen der Tabelle 5.2

Ein Eintrag einer Zeile kann sich auf mehrere Zeileneinträge der benachbarten Spalte beziehen. So ergibt sich beispielsweise aus der Zweckperspektive des Dailys (siehe Tabelle 5.2), dass nicht nur das Element *Kontrolle/Lagefeststellung* dem Daily zugeordnet ist, sondern auch die weiteren Elemente *Entscheidungsfindung*, *Planung* und *Befehlsgebung* in ihrer Vollumfänglichkeit.

Zusammenfassend liefert die gemeinsame und analytische Betrachtung der Basismodelle ein ganzheitliches Bild der bestehenden Analogien und Unterschiede zwischen deren konstituierenden Basiselementen (vgl. Tabelle 5.2).

Tabelle 5.2
Ein Vergleich der Basiselemente von Scrum nach Sutherland and Schwaber (2020) und dem militärischen Äquivalent; Nutzung der Zweckperspektiven der konstituierenden Elemente

Scrum	Militärisches Äquivalent
Artefakte	
Product Backlog: Der Zweck des Product Backlog ist es, die insgesamt zu leistende Arbeit auszudrücken, die erforderlich ist, um das Produkt zu verbessern. Dies ist die einzige Quelle für Arbeit. Diese Arbeit kann sich ändern.	***Befehl***: Der Zweck des Befehls ist es, die Absicht in Entschlussform (Wer, tut Was (Ziel), Wann*, Wie*, Wo*, Wozu (Zweck) - (*Variationen Auftragstaktik und Ziel) als auch die Aufträge (sowie Aufgaben) an die Einheiten zu kommunizieren zuzüglich einer Einordnung in Bezug zur darüberlegenden Ebene. Dieser unterliegt Änderungen und ist zeit- und ebenengerecht zu artikulieren.
Sprint Backlog: Der Zweck des Sprint Backlog ist es, eine Beschreibung der zu erledigenden Arbeit für den Sprint, das heißt für einen bestimmten Zeitabschnitt zu liefern, durch den ausgewählte Product Backlog Einträge bearbeitet werden. Der Sprint Backlog adressiert die Kernkriterien des Wozu, Was und Wie.	***Befehl***: Siehe oben.
Inkrement: Der Zweck des Inkrementes ist es, einen Wertbeitrag zu schaffen, der einem formal beschriebenen Zustand entspricht, der gleichzeitig einen konkreten Schritt in Richtung des Produktziels darstellt.	***Zwischenziel***: Der Zweck des Zwischenziels ist es, agierende Einheiten zeitlich und räumlich zu koordinieren. Das Zwischenziel stellt für die Einheiten die unmittelbaren Ziele dar, die ihrerseits einen Schritt zum Operationsziel sind.

Fortsetzung **Tabelle 5.2**

Scrum	Militärisches Äquivalent
Events	
Sprint Planning: Der Zweck des Sprint Plannings ist die Erstellung einer umfassenden und nach Prioritäten geordneten Liste von Arbeiten, die während eines Sprints zu erledigen sind.	***Kontrolle/Lagefeststellung***: Der Zweck der Kontrolle/Lagefeststellung ist es, ein aktuelles und vollständiges Lagebild zu Wirkungen und Operationsentwicklungen sowie Zustand und Stimmung der Truppe zu erfassen, als Grundlage für die Entscheidungsfindung. Der Planungshorizont wird ferner abgeleitet. ***Entscheidungsfindung***: Der Zweck der Entscheidungsfindung ist es, folgerichtige Entschlüsse auf Basis einer übergeordneten Absicht und einer abgeleiteten wesentlichen Leistung unter Betrachtung der aktuellen Lage zu fassen. ***Planung***: Der Zweck der Planung ist es, auf Basis des Entschlusses das beabsichtigte Vorgehen sowie das zugeordnete Objective (Ziel) zu organisieren bezogen auf Aktivitäten, Zeit und Ressourcen. ***Befehlsgebung***: Der Zweck der Befehlsgebung ist es, den Plan in Handlungsanweisungen umzusetzen unter Nutzung von Informationen.
Daily: Der Zweck des Daily ist es „den Fortschritt in Richtung des Sprint-Ziels zu überprüfen und das Sprint Backlog bei Bedarf anzupassen, um die bevorstehende geplante Arbeit zu justieren." (S. 9)	***Kontrolle/Lagefeststellung***: Siehe oben. ***Entscheidungsfindung***: Siehe oben. ***Planung***: Siehe oben. ***Befehlsgebung***: Siehe oben.

Fortsetzung **Tabelle 5.2**

Scrum	Militärisches Äquivalent
Events	
Review: Der Zweck des Sprint Reviews ist es, „das Ergebnis des Sprints zu überprüfen und künftige Anpassungen festzulegen." (S. 9)	***Kontrolle/Lagefeststellung***: Siehe oben. Die weiteren Elemente des Führungsprozesses sind lediglich ausgeblendet.
Retrospektive: Der Zweck der Retrospektive ist es „Wege zur Steigerung von Qualität und Effektivität zu planen." (S. 10)	***Kontrolle/Lagefeststellung***: Siehe oben. Die weiteren Elemente des Führungsprozesses sind bewusst ausgeblendet.
Rollen	
Product Owner: Der Zweck des Product Owner ist es, den Wert des Produkts zu maximieren, das aus der Arbeit des Scrum-Teams resultiert.	***Gruppenführer***: Der Zweck des Gruppenführers ist es, durch effektive Führung Wirkungen hinsichtlich gesetzter Ziele zu maximieren (abstrahiert für die Teileinheit), um beabsichtigte Effekte und Auswirkungen zu erzielen.
Scrum Master: Der Zweck des Scrum Masters ist es, zur Etablierung Scrums beizutragen und die Effektivität des Teams zu gewährleisten.	***Kein Äquivalent***
Entwickler: Der Zweck der Entwickler ist es, zur Wertschöpfung in Form von verschiedenen Arbeitsschritten beizutragen.	***Soldaten der Gruppe***: Der Zweck der Soldaten der Gruppe ist es, in verschiedenen Arbeitsschritten wirkungsorientiert zu handeln, um beabsichtigte Effekte und Auswirkungen zu erzielen.

Verhaltenselemente als rahmengebende Elemente der Basismodelle (als Elemente der Frameworks)

Die nachfolgend beschriebenen Verhaltenselemente sind nicht Bestandteil der Basismodelle. Sie bilden einen Rahmen für die jeweiligen Basismodelle und fördern beabsichtigtes Verhalten.

5.3.4 Verhaltenselemente

Die Absichtskommunikation, welche als Führungsmittel innerhalb eines Befehls formalisiert werden kann, ist ein Element, um das in der Zeit beobachtbare Verhalten von Menschen zu beeinflussen, da das Menschsystem als solches nicht mechanistisch

oder reduktionistisch agiert. Dieses Element ist innerhalb der Fallstudie besonders hervorgehoben und zusätzlich identifiziert worden. Dieses Element konnte also nicht aus dem in der zeitlichen Dimension verschränkten Führungsprozess extrahiert werden, da das gezeigte Basismodell grundsätzlich von eben jenem Element losgelöst betrachtet werden kann. Daher wird die Absichtskommunikation als ein Verhaltenselement (als Element des Führungsframeworks) konzeptualisiert. Verhaltenselemente sind im Kontext dieser Arbeit diejenigen Elemente, die insbesondere erwünschte Verhaltensweisen von Menschen begünstigen und unterstützen. Sowohl im militärischen als auch im agilen Kontext sind diese folglich relevant. Obgleich diese Elemente grundsätzlich außerhalb des Umfangs dieser Arbeit stehen (siehe Abschnitt 1.4), sollen dennoch einige rahmengebende Aspekte des Führungsframeworks exemplarisch genannt werden, die sowohl in der Diskussion 6 als auch im Ausblick 7.3 erneut thematisiert werden.

Wie in Sutherland and Schwaber (2020, S. 4) beschrieben, hängt die erfolgreiche Anwendung von Scrum unter anderem davon ab, ob die Menschen gewisse Werte internalisiert haben. Diese Werte sind gemäß Scrum Guide zum Beispiel Mut, Respekt, Fokus, Offenheit und Commitment.

Darüber hinaus werden agile Methoden im Allgemeinen über das agile Manifest der Softwareentwicklung (vgl. Beck et al., 2001) fundiert, indem weitere Werte und Prinzipien adressiert sind, die das agile Verhalten moderieren sollen, wie bereits in Kapitel 2.4 herausgearbeitet wurde.

Im Kontext des deutsch-militärischen Systems sind im Rahmen der Analyse ebenfalls Faktoren sowie rahmengebende Elemente beschrieben und durch die Interviewpartner genannt worden, die jene Intention teilen. So wird, wie bereits erwähnt, die Auftragstaktik über die innere Führung gestützt, in der geistige, ethische und moralische Aspekte adressiert werden.

So schilderten beispielsweise zwei befragte Soldaten (Interview 21 und Interview 22), dass Elemente wie Vertrauen, Kameradschaft und Disziplin von hoher Bedeutung sind.

Jene befragten Soldaten legten exemplarisch Folgendes dar:

> *„Wenn man keine Disziplin hat, wird man mitunter nachlässig. Disziplin bedeutet auch, seinen Willen zu kontrollieren und etwas zu tun, was mir in diesem Moment wenig Freude bereitet. Ich denke, wenn man etwas erreichen möchte, gehört das dazu. Es gibt auch bei mir manchmal Dinge, auf die ich wirklich keine Lust habe, […]“* (Interview 22)

> *„[…] Im anderen Fall habe ich meiner Gruppe, die etwa 10 Soldaten umfasst, dazu verholfen, eigenständig zu arbeiten, ihre Werkzeuge zu kennen und darüber hinaus […] diszipliniert zu sein. Das wird mir langfristig viel Arbeit abnehmen. Dies verschafft mir wiederum Zeit, mich auf das Wesentliche zu konzentrieren.“* (Interview 21)

In ähnlicher Art und Weise wird der Aspekt der Disziplin in der Vorschrift des BMVg (2008, S. 10) gewürdigt, in der diese als ein Element des soldatischen Wertekanons verankert ist, das seine Ursächlichkeit in der Akzeptanz der Werte und Normen des Grundgesetzes wiederfindet. Ein weiteres Beispiel aus dem militärischen Kontext stellt die Handlungsmaxime dar, welche sich exemplarisch aus der Vorschrift des BMVg (2000) extrahieren lässt. Dort steht beschrieben, dass zögerndes und entschlussloses Handeln zu schwerwiegenderen Konsequenzen führt als die Wahl unzweckmäßiger Mittel. Damit wird die Handlung im Kontext des militärischen Umfeldes betont, um Nutzenperspektiven (Wirkungen) zu realisieren. Aus diesem Grund wird diese Handlungsmaxime mit dem Prinzip des wirkungsorientierten Denkens gemäß BMVg (2022c, S. 12) in Verbindung gebracht.
Abschließend lässt sich festhalten, dass sowohl das Basismodell von Scrum als auch das militärische Äquivalent durch weitere rahmengebende Elemente (vgl. Framework) unterstützt werden müssen, die das menschliche Verhalten im Kontext seines Umfeldes moderieren, unterstützen und leiten.
Im folgenden Abschnitt wird unter Berücksichtigung des relevanten Umfelds eine Modifikation des Scrum-Frameworks vorgestellt, die auf den gewonnenen Erkenntnissen basiert.

5.4 Analysegestützte Modifikation des Scrum-Frameworks

In diesem Unterkapitel wird das zentrale Ergebnisartefakt, die *Scrum-Modifikation*, erarbeitet. Hierbei wird unter Modifikation eine Veränderung verstanden, die darauf abzielt, Anpassungsnotwendigkeiten zu unterstützen, ohne die bestehende Scrum-Praxis vollständig ersetzen zu wollen. Daher werden einzelne Elemente in Bezug auf Scrum erweitert, präzisiert und aus der Perspektive von Führung und Management dargestellt.
Das Scrum-Framework adressiert grundsätzlich die Anwendungspraxis einzelner Scrum-Teams, siehe Abschnitt 2.4.4. Teams stellen in der Regel die kleinsten wertschöpfenden Organisationseinheiten innerhalb von Unternehmen dar. Als ein Teil des Ergebnisses der vorliegenden Arbeit wurden im vorherigen Abschnitt Analogien zur Gruppe im deutsch-militärischen Kontext herausgearbeitet. Die Gruppen sind Elemente eines größeren Organisationssystems (z. B. Landstreitkräfte) zur Durchführung militärischer Operationen. Das *Organisationssystem* kann daher als Systemumfeld des Systems *Gruppe* betrachtet werden. Im Folgenden wird daher zunächst das Umfeld der Organisationseinheit *Scrum-Team*/*Gruppe* betrachtet, damit die Scrum-Modifikation besser nachvollzogen werden kann, da sie einerseits Wirkungen im Umfeld impliziert und andererseits aus Wirkungen der bisherigen Erkenntnisse resultiert.

Durchgängigkeit und logische Stringenz der Führungsprozesse

In Anbetracht der vorliegenden hierarchischen Struktur der Bundeswehr, welche sich in den militärischen Landoperationen selbstredend ebenso widerspiegelt, müssen Führungsprozesse grundsätzlich logisch schlüssig und über die Führungsebenen durchgängig sein. Dies gilt unabhängig von der Wirkungsrichtung der wahrgenommenen Führungsaufgaben, da andernfalls ein Führungsvakuum entstehen würde.

ⓘ Anmerkungen und Ergänzungen für Militärs im Anhang A.9 befindlich

Unter Betrachtung der Organisationseinheit *Gruppe* als Äquivalent zum *Scrum-Team* ergeben sich Ableitungsnotwendigkeiten, die sich aus der Skalierung von Teams ergeben. In der Regel resultieren diese Ableitungsnotwendigkeiten aus dem Bedarf der Komplexitätsreduktion sowie dem Bedarf, das Problem der großen Zahlen zu lösen (vgl. Moser, 2017, S. 23).

Exkurs: Kombinatorik und das Problem der großen Zahlen

So lässt sich mittels Formeln der Kombinatorik zeigen, dass mit der zunehmenden Anzahl an Teammitgliedern die Möglichkeiten des Informationsaustauschs signifikant steigen. Wenn diese Möglichkeiten des potenziellen Austausches darüber hinaus über die Zeit betrachtet werden, kann ein Komplexitätsspektrum entstehen, welches schwer zu beherrschen ist. Hierbei kann die allgemeine Formel der Kombinatorik, in der n die Anzahl der Elemente und k die zu berücksichtigenden oder auszuwählenden Elemente darstellt, genutzt werden:

$$C(n,k) = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!}$$

Diese Formel lässt sich unter Vernachlässigung der Kommunikationsrichtung beziehungsweise der Richtung des Informationsaustausches weiter vereinfachen:

$$C(n,2) = \frac{n(n-1)}{2}$$

Aus dieser Formel ergeben sich die folgenden Möglichkeiten des Informationsaustausches für die jeweiligen exemplarischen Teamgrößen n von $C(5,2)$, $C(10,2)$, $C(20,2)$, $C(40,2)$, $C(80,2)$.

$$C(5,2) = \frac{5(5-1)}{2} = 10$$

$$C(10,2) = \frac{10(10-1)}{2} = 45$$

$$C(20,2) = \frac{20(20-1)}{2} = 190$$

$$C(40,2) = \frac{50(50-1)}{2} = 780$$

$$C(80,2) = \frac{100(100-1)}{2} = 3160$$

Die dargestellten Ergebnisse sind Organisationen bekannt, weshalb sich etwaige Organisationstrukturen aus Gründen der Produktivität und der Effizienz ausbilden und ausgebildet haben.

Nutzung und Einbettung in die Zielpyramide

ⓘ Anmerkungen und Ergänzungen für Militärs im Anhang A.9 befindlich

Diese Organisationsstrukturen müssen keine Hierarchie sein. Für die vorliegende Arbeit unter Berücksichtigung des Analogieschlusses bedeutet dies jedoch, dass über die Struktur der Hierarchie, Informationsflüsse zur Führung militärischer Operationen ebenso gewährleistet werden müssen, wie wenn eine andere Organisationstruktur zur Anwendung gebracht wird. Dies wird innerhalb des Militärs mittels der Zielpyramide verwirklicht, in der sowohl die Führungsprozesse als auch die Ziele miteinander gekoppelt sind, wodurch eine Durchgängigkeit von Führung gewährleistet wird. In Anlehnung an Pawellek (2008, S. 21) sind mit Zielpyramiden organisatorisch und logisch abgeleitete Zielvorstellungen auf vernetzten und miteinander in Beziehung stehenden Ebenen gemeint, um eine Durchgängigkeit und Verbundenheit der Zielsetzungen zu gewährleisten. So wird beispielsweise ein übergeordnetes Gesamtziel für die nachfolgenden Führungsebenen in mehrere Teilziele abstrahiert. Diese Verknüpfung ist in Abbildung 5.10 illustriert.
In der Abbildung 5.10 ist das Organisationselement der Gruppe der taktischen Ebenen als Äquivalent zum Team zugeordnet. Unter Berücksichtigung der bereits gemachten Prämisse stellt die Gruppe hier die kleinste Organisationsentität dar. Einzelne Individuen sind folglich kein Gegenstand der Abstraktion.

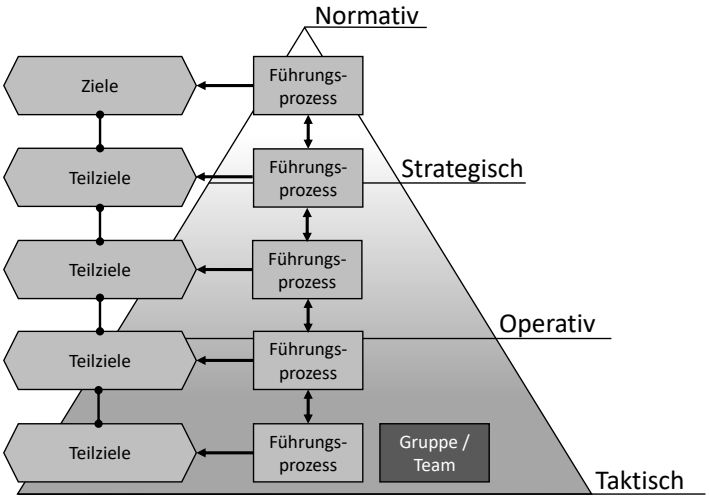


Abbildung 5.10
Schema der Durchgängigkeit sowie Kopplung von Führungsprozessen und Zielen auf unterschiedlichen Führungsebenen; Die normative Ebene an der Spitze der Pyramide stellt keine explizierte Ebene im Kontext der Bundeswehr dar. In der Produktentwicklung werden die Ebenen mitunter anders verwendet und interpretiert (vgl. Hahn et al., 2013, S. 22). Wichtig: Es handelt sich um ein Denkmodell. Anmerkungen und Ergänzungen für Militärs befinden sich im Anhang A.9.

Unter Berücksichtigung der erzielten Ergebnisse (Analogie) kann das Scrum-Framework als zeitlich verschränkte Abfolge von Führungsprozessen interpretiert werden.
Der Scrum-Prozess muss folglich in seiner Einbettung in Organisationen ebenso durchgängig und konsistent gestaltet sein, wie es in anderen Organisationen mit anderen Führungs- und Managementprozessen der Fall ist. Da Führung und Management als Dualität betrachtet werden müssen (Huemann and Turner, 2024, S. 24), wird Scrum im Folgenden ebenfalls in diesem Sinne betrachtet. Das heißt der Analogieschluss über den Führungsprozess der Landstreitkräfte wird bereits abstrahiert und in den Kontext der Produktentwicklung projiziert. Unabhängig der konkreten zeitlichen Ausprägung des Scrum-Prozesses lässt sich das Scrum-Basismodell beziehungsweise die Grundentitäten dessen als Element in der Zielpyramide platzieren. Dies hängt damit zusammen, dass sowohl das Sprint Planning als auch das Sprint Review als Führungsprozesse mit vertikaler Orientierung modelliert werden können, vergleiche Abbildung 5.9. Abbildung 5.11 illustriert die Einbettung in die Zielpyramide. Zu beachten ist, dass das gesamtheitliche Prozessmodell des *Scrum-Basismodells* in Abbildung 5.11 nicht dargestellt ist.

ⓘ Ausnahmen existieren. Beispiel: Team entspricht der Gesamtorganisation

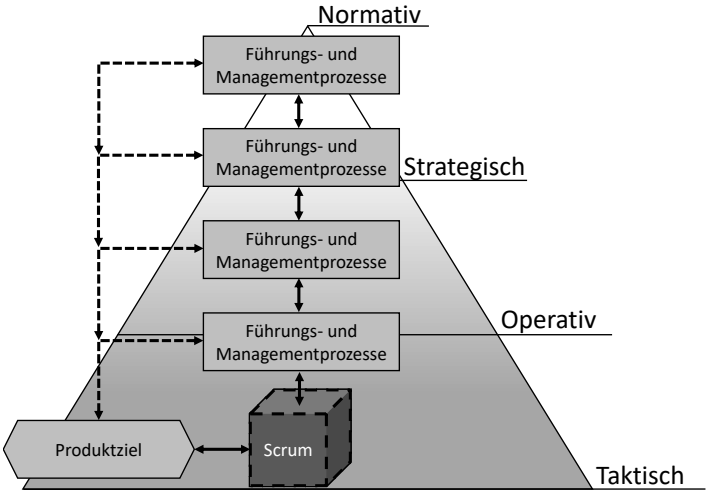


Abbildung 5.11
Visualisierung der Implementierung von Scrum in der Zielpyramide; Scrum repräsentiert die Teamebene. Zu beachten ist, dass die vertikal orientierten Anteile des Führungsprozesses (siehe Basismodell) gemeint sind.

Stattdessen repräsentiert Scrum in der gezeigten Darstellung (Abbildung 5.11) die vertikal orientierten Anteile der Führungs- und Managementprozesse.
Die Abbildung 5.11 veranschaulicht darüber hinaus die Verbindung zwischen Produktziel und Scrum-Team. Gemäß Sutherland and Schwaber (2020, S.5) konzentriert sich das Scrum-Team nämlich auf die Realisierung eines Ziels, das Produktziel. Dieses Produktziel ist ein Commitment des Product Backlogs. Einträge des Product Backlogs sowie dessen Priorisierung sind Inhalte weiterer Führungs- und Managementprozesse. So wird beispielsweise der Product Backlog durch Kommunikation von Stakeholder-Bedürfnissen oder Partizipation am Sprint Review konkret beeinflusst. Dieser Einfluss spiegelt sich folglich auch im Produktziel wider.

Modifikation Scrums hinsichtlich der Verbindung von Führungs- und Managementebenen mittels Artefakte

Hinsichtlich Scrum (Team-Ebene) und des Produktziels gibt es im Wesentlichen zwei Elemente, die eine Relation zur Scrum-Umwelt aufweisen. Das ist der Product Backlog sowie das Inkrement. Diese stellen in diesem Sinne sogenannte Grenzobjekte/*Boundary-Objects* (vgl. Schrof, 2023, S. 38) dar, welche als Verbindungsstellen zwischen unterschiedlichen sozialen oder technischen Kontexten fungieren und einen robusten und konsistenten Informationsaustausch ermöglichen. Das Sprintziel sowie das damit verknüpfte Sprint Backlog stellt eine Besonderheit dar, da dieser auf der Teamebene die inhaltliche Ebene aus der Hierarchie mit der zeitlichen Ebene des Prozesses verknüpft. Dies scheint zunächst etwas paradox, wird jedoch fortfolgend adressiert und erläutert.
Im vorherigen Abschnitt wurde die Durchgängigkeit und Kopplung von Führungs- und Managementprozessen dargestellt. Dort wurden die Führungsprozesse über die Struktur der Hierarchie miteinander verknüpft und in die Zielpyramide eingebettet, siehe Abbildung 5.10. Die Grenzobjekte (Artefakte) der Führungsebenen (Führungsprozesse) im Kontext militärischer Operationen sind die Befehle, in denen zum Beispiel das Ziel als auch einzelne Aufträge formuliert und kommuniziert werden, siehe Tabelle 5.2. Unter Berücksichtigung des systemischen Analogieschlusses (siehe Abbildung 5.9) lässt sich sowohl das Basismo-

dell zur Führung militärischer Operationen als auch das Basismodell Scrums in eine vertikale und horizontale Komponente differenzieren. Die Differenzierung ist inhaltlicher und zeitlicher Natur.
Diese Differenzierung sei aus militärischer Perspektive in Abbildung 5.12 vereinfacht über die strategische, operative und taktische Ebene dargestellt. Die Darstellung projiziert also die Kopplung von Zielen und Inhalten über die Hierarchie mit den im Laufe der Zeit durchzuführenden Prozesse. Im Kontext der deutschen Landstreitkräfte sind in jedem Befehl also sowohl die für die jeweilige Führungsebene zu erreichenden Operationsziele als auch die dann abgeleiteten Zwischenziele der jeweiligen Ebene enthalten. Dadurch sind die Befehle mit den übergeordneten und untergeordneten Führungsebenen sowohl inhaltlich als auch zeitlich verzahnt, siehe Abbildung 5.12. Die Zwischenziele (Zeit) und Teilziele (Inhalt) sind insofern methodisch zu unterscheiden.

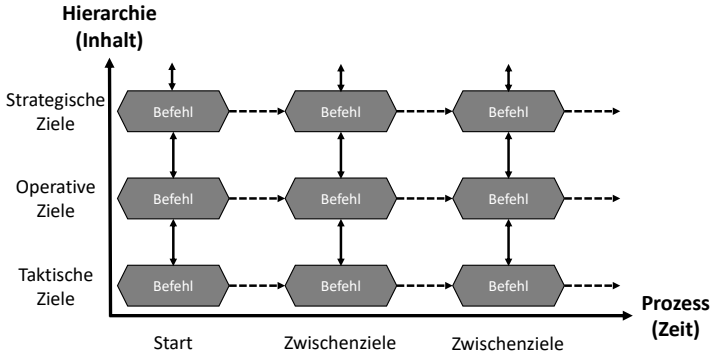


Abbildung 5.12
Vereinfachte Darstellung der Verknüpfung von Befehlsartefakten im Hinblick auf die Führung militärischer Operationen; Vorsicht: Teilziele sind keine Zwischenziele. Anmerkungen und Ergänzungen für Militärs befinden sich im Anhang A.9.

Aus der Abbildung 5.12 ist nicht ersichtlich, in welcher Art und Weise die zeitlichen und inhaltlichen Komponenten innerhalb der Befehlsartefakte konkret differenziert werden. In der Tabelle 5.2 ist jedoch bereits indiziert, dass die Zweckperspektiven der Elemente des Product Backlogs und des Sprint Backlogs in einem Befehl aggregiert sind.

Bedeutung für die Artefakte der Scrum-Backlogs

Dieses aus dem Militär abgeleitete Ergebnis wird nun in Scrum integriert (projiziert), sodass Scrum nun über die Organisationseinheit Team hinaus erweitert wird. Um dies zu veranschaulichen, wird nun das Team Product Backlog, das Projekt Product Backlog und das Enterprise Product Backlog eingeführt. Diese Begriffe sind exemplarischer Natur und sollen lediglich der Systemzerlegung über der Hierarchie dienen. Die Sprint Backlogs existieren unverändert.

Aus dem Analogieschluss ergeben sich für die Backlog-Arbeit innerhalb von Scrum und dessen Erweiterungen zwei Abbildungen, die sich lediglich in der Perspektive unterscheiden. Obgleich diese inhaltlich zwar identisch sind, eignet sich die Zweitere eher, um systemische Anpassungen vorzunehmen.

Die Abbildung 5.13 ist eine Adaption der Abbildung 5.12 und weist somit eine klar erkennbare Ähnlichkeit auf. Im Unterschied zur Abbildung 5.12 werden jedoch die nuancierten Unterschiede zwischen den Sprint Backlogs und den Product Backlogs erkennbar, da die Sprint Backlogs die Prozesse über die zeitliche Dimension zur Erreichung der Produktziele (Commitment der Product Backlogs) abbilden. Anders formuliert werden die Inhalte der Product Backlogs mittels Handlungen umgesetzt.

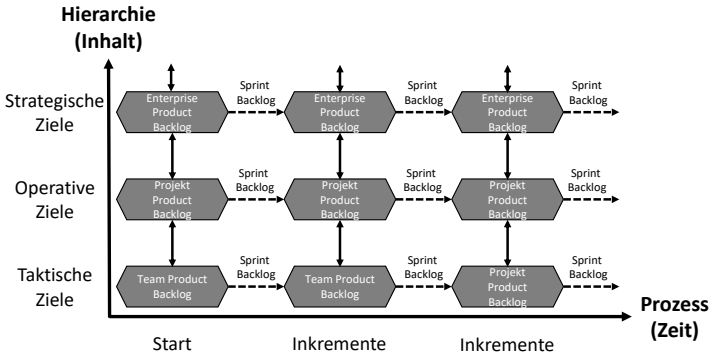


Abbildung 5.13
Vereinfachte Darstellung der Verknüpfung von Backlogartefakten im Hinblick auf das Management agiler Produktentwicklungsprojekte; Die Ebenen sind in dieser Darstellung militärisch definiert.

Auf eine Subtilität muss jedoch bereits an dieser Stelle verwiesen werden. Auch wenn über die Sprint Backlogs die Inhalte der Product Backlogs umgesetzt werden, bedeutet dies im Umkehrschluss jedoch nicht, dass die Sprint Backlogs keine hierar-

chische Abhängigkeit zu den Product Backlogs aufweisen. In der Abbildung 5.13 ist dies nicht erkennbar, weil die Sprint Backlogs zum einen nicht eindeutig zugeordnet sind und zum anderen die Handlungsebene bewusst „weggelassen“ worden ist. Mit anderen Worten wurde lediglich die Führungs- und Managementarbeit veranschaulicht. In Abbildung 5.13 sind folglich weder die allgemeinen Handlungsprozesse noch der kontextuelle Entwicklungsprozess der Produktentwicklung eines Scrum-Teams dargestellt. Wie bereits erwähnt, wurde deshalb eine weitere Perspektive gewählt, um diesen Sachverhalt zu verdeutlichen. Diese Perspektive ist eine Ableitung der Ergebnisse des Abschnitts 5.3. In Abbildung 5.14 sind die vertikalen Abhängigkeiten zwischen Product Backlogs und Sprint Backlogs dargestellt, wodurch die zeitlichen Abläufe der Handlungsprozesse nun auch der horizontalen Achse (Zeit) zugeordnet sind. Die Führungs- und Managementprozesse beziehen sich zwar weiterhin auf Inhalt und Zeit, jedoch wird den Handlungs- und Entwicklungsprozessen dadurch besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

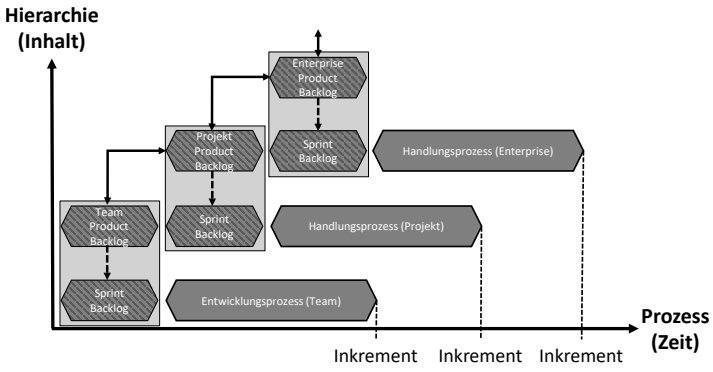


Abbildung 5.14
Vereinfachte Darstellung der Kopplungen von Backlogarbeiten und dazugehörigen Handlungsprozessen

In Abbildung 5.14 ist zudem eine weitere Besonderheit erkennbar. Die Abbildung verdeutlicht, dass sämtliche Führungs- und Managementebenen nach dem gleichen Framework agieren können. Der wesentliche Unterschied ergibt sich aus der Zusammensetzung der Organisationseinheiten (z. B. Teams) sowie den inhaltlichen Logiken der zugrunde liegenden Handlungsprozesse. Dies impliziert, dass sich übergeordnete Führungs- und

Managementebenen nicht mit der konkreten Entwicklung eines „Teilprodukts“ beschäftigen, sondern mit Führungs- und Managementaufgaben hinsichtlich eines Gesamtsystems „Produkt“. Damit das Scrum-Framework für alle Führungsebenen und somit generischer nutzbar wird, muss eine Änderung hinsichtlich der Interdisziplinarität der Teams sowie eine Einschränkung hinsichtlich der Teamgröße aufgelöst werden.

Modifikation Scrums hinsichtlich der Teamzusammensetzungen und Teamgrößen auf Basis des Auftragsgedankens

Dafür muss der Gedanke des Auftrags theoretisch begriffen werden, welcher im militärischen Kontext eine Willensäußerung mit definiertem Ziel und Zweck darstellt und somit mehrere Aufgaben überträgt und umfasst.

Auf Basis dessen lässt sich der Teamschnitt einer „Scrum-Team Instanz“ entsprechend des jeweiligen Auftrags und der jeweiligen Führungs-und Managementebene ausgestalten. In Abhängigkeit des Auftrags, den es zu erfüllen gilt, ergeben sich hieraus sukzessive Fähigkeiten und Kompetenzen, die aus einer ressourcenbasierten Perspektive abgebildet sein müssen.

Dies sei anhand von Beispielen innerhalb der Tabelle 5.3 illustriert, in der exemplarisch ein Auftrag zur Entwicklung eines Softwareprodukts A sowie eines mechatronischen Produkts B umgesetzt werden soll. Ferner werden diesen Aufträgen militärische Aufträge gegenübergestellt, und zwar in Form eines speziellen militärischen Auftrags C sowie eines Instandsetzungsauftrags D.

Tabelle 5.3
Vereinfachte Beispiele von Teamschnitten auf Basis des Auftragsgedankens:
A: Softwareprodukt
B: Hardwareprodukt
C: Spezielle Wirkung
D: Instandsetzung

Nr.	Auftrag A	Auftrag B	Auftrag C	Auftrag D
01	Product Owner	Product Owner	Militärischer Führer	Gruppenführer
02	Scrum Master	Scrum Master	Soldat (Sanität)	Instandsetzer (Spezialisierung I)
03	Entwickler (Front End)	Entwickler (Testing)	Soldat (Fernwirkmittel)	Instandsetzer (Spezialisierung I)
04	Entwickler (Front-End)	Entwickler (Hardware)	Soldat (Kampfstoffmittel)	Instandsetzer (Spezialisierung II)
05	Entwickler (Testing)	Entwickler (Software)	Soldat (Ergänzung I)	Instandsetzer (Spezialisierung II)
06	Entwickler (Full-Stack)	Entwickler (Firmware)	Soldat (Ergänzung II)	Instandsetzer (Spezialisierung III)
07	Entwickler (DevOps)	Entwickler (Elektronik)	Soldat (Ergänzung III)	Instandsetzer (Spezialisierung III)
08	Entwickler (Back-End)	Entwickler (Hardware)		Instandsetzer (Spezialisierung IV)
09	Entwickler (Back-End)	Entwickler (System)		Instandsetzer (Spezialisierung IV)
10		Entwickler (Elektronik)		
11		Entwickler (Cybersecurity)		

Wie in Tabelle 5.3 dargestellt sind die Teamschnitte und Teamgrößen in Abhängigkeit des Auftrages zu wählen. Deshalb müssen die Aufträge mit den notwendigen Ressourcen und dem entsprechenden Personal ausgestattet werden, damit sie erfüllt wer-

den können. Dies gilt folglich auch für übergeordnete Führungs- und Managementebenen, in denen die Teamzusammensetzungen anders ausgestaltet sein können.
Zahlreiche Veröffentlichungen postulieren Selbstorganisation, Selbstmanagement oder Autonomie im Kontext des agilen Projektmanagements beziehungsweise der Entwicklung, wie in Abschnitt 2.4 bereits skizziert. Dies gilt gleichermaßen für die Scrum-Praxis sowie für die Scrum-Teams.

Modifikation Scrums hinsichtlich der Ergänzung der Absichtskommunikation

Dies macht eine weitere Modifikation erforderlich. Das nächste Element stellt eine Ergänzung zu Scrum dar. Das Scrum-Framework muss mit der Formulierung und Kommunikation der Absicht, die als Moderator der Anpassungsfähigkeit sowie Handlungsfreiheit in dynamischen Umgebungen dient, ergänzt werden. Die Absicht unterstützt ein prospektives Verständnis der Auftrags- und Aufgabenerfüllung, da mit ihr zusätzlich zum Soll-Zustand die damit assoziierte Nutzenperspektive der jeweiligen Führungsebene transparent kommuniziert wird. Insofern ist die Formulierung und Kommunikation der Absicht ein Führungsinstrument (Mittel) zur Unterstützung in dynamischen und komplexen Führungsszenarien. Die Ergänzung der Absicht sollte sich in allen Backlogs und somit auf allen Führungs- und Managementebenen wiederfinden.

Modifikations Scrums hinsichtlich der Präzisierung der Events

Da sich der Fokus fortfolgend auf das Scrum-System richtet, ist die nächste Präzisierung die Zergliederung der Events Sprint Planung, Daily Scrum und Sprint Review in die konstituierenden Führungsprozesse, bestehend aus den Teilprozessen Lagefeststellung, Entscheidungsfindung, Planung, Auftragskommunikation sowie Kontrolle. Ergänzend dazu muss der Führungsprozess als duale Einheit von Führung und Management gedacht sein.
Darüber hinaus wird die Sprint Retrospektive in den PDCA-Zyklus (vgl. Moen and Norman, 2010) überführt, da dieses Event tatsächlich die kontinuierliche Prozessverbesserung von Handlungen (z. B. Steigerung der Qualität) adressiert.

ⓘ Der PDCA-Zyklus ist ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess (Gausemeier and Plass, 2014, S. 304)

Synthese der Modifikationen Scrums

Aus dieser Analyse gestützten Modifikation ergibt sich ein Führungsmodell Scrums (im Folgenden als *Scrum-Modifikation* bezeichnet), welches zweckgerichtete und situationsadaptive Führungsmechanismen offenbart, die zur Auftragserfüllung und

zur Absichtsverwirklichung (z. B. Kundennutzen) im Kontext der Produktentwicklung dienen. Durch die Abstraktion von Teamzusammenstellung und Teamgröße, sowie die Einbettung in Zielsystemen, lässt sich Scrum aus methodischer Sicht als konstituierendes und selbstähnliches Element in Organisationssystemen implementieren, dessen Basismodell (Kopplung von Führungs- und Handlungsprozessen) stets zur Anwendung gebracht werden muss (siehe Diskussion). Der Scrum-Prozess muss jedoch, wie bereits angedeutet, durch Verhaltenselemente ergänzt und gestützt werden, um Agilität in ihrer Gesamtheit zu fördern, zu unterstützen und zu ermöglichen.

Die *Scrum-Modifikation* ist als Modell in Abbildung 5.15 zusammengefasst. Durch die beschriebenen Modifikationen wird Scrum zunächst bewusst von der Abstraktionsebene sowie der Organisationseinheit *Scrum-Team* gelöst und somit als Elementarzelle/Fraktal neu interpretiert. Daher sind die Rollen in Abbildung 5.15 ähnlich wie in den vorherigen Abschnitten als Menschen abstrahiert und Gegenstand der Diskussion im Abschnitt 6.1.2. Ferner sind die Implikationen von Artefakten und Events hinsichtlich Verzahnungen zu anderen Führungs- und Managementebenen über die Systemgrenze mit einem schwarzen Doppelpfeil visualisiert.

Die Abbildung 5.15 ist im Anhang A.5 in skalierter Form sowohl in deutscher als auch englischer Sprache dargestellt.

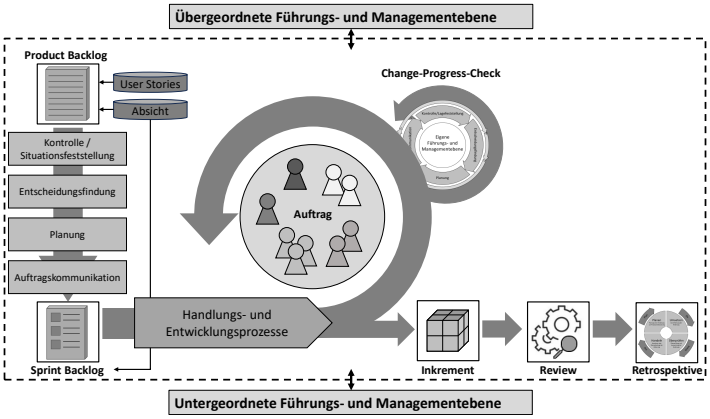


Abbildung 5.15
Modellbasierte Zusammenfassung der *Scrum-Modifikation* als Ergebnisartefakt, welches aus der systemischen Denkweise resultierte; Bei der Betrachtung einer monostufigen Organisationsstruktur entfallen übergeordnete und nachgeordnete Führungs- und Managementebenen. Das *Basismodell* der Scrum-Modifikation kann als Elementarzelle/Fraktal interpretiert werden. Im Zentrum dieser Elementarzelle steht der Auftrag.

Das dargestellte selbstähnliche und adaptive Führungsmodell der Abbildung 5.15, welches als Fraktal neu interpretiert wird, zeigt dessen Selbstähnlichkeit sowohl über die Hierarchie, über die Zeit als auch in den lateralen Relationen. Die Wirkung der Selbstähnlichkeit ist in Abbildung 5.16 schematisch illustriert. Die in Abbildung 5.16 gezeigten grauen Boxen stellen das Basismodell des Scrum-Frameworks beziehungsweise der Scrum-Modifikation dar.

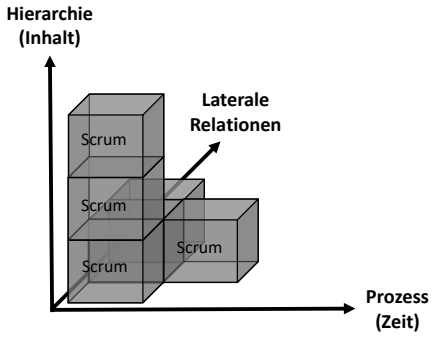


Abbildung 5.16
Vereinfachtes Grundprinzip zur Darstellung Scrums als selbstähnliches Fraktal

Mithilfe der Interpretation als Fraktal werden sogenannte Flight Levels der SAFe-Frameworks (vgl. Scaled Agile, 2021, S. 3) theoretisch fundiert und zugänglich. Ferner ermöglicht die Interpretation der Scrum-Modifikation als Fraktal die Erklärung weiterer Phänomene. Dies betrifft beispielsweise die universelle Anwendbarkeit der Elementarzelle, sodass sich Scrum sowohl für statische als auch für hochdynamische Anwendungsfelder nutzen lässt, was eine methodische Verallgemeinerung darstellt. Diese Interpretation impliziert auch, dass die Elementarzelle sowohl agilen als auch „traditionellen" Prozessen inhärent ist. Zusätzlich werden durch die Integration des Auftragsgedankens bisher spezifizierte Führungs- und Handlungsprozesse sowie Rollenbeschreibungen des Scrum-Frameworks (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020) abstrahiert, sodass die Elementarzelle domänenunabhängig als adaptives Führungsframework nutzbar und somit bedarfsgerecht konfigurierbar gemacht wird.
Diese und weitere methodische Implikationen der Ergebnisse werden in Kapitel 6 interpretativ abgeleitet und diskutiert.

5.5 Validierung in der industriellen Praxis

Wie bereits im Forschungsansatz indiziert ist es wichtig zu prüfen, ob die entwickelte Unterstützung dem intendierten Zweck dient und überdies einen wissenschaftlichen Beitrag leistet. Zur Validierung der entwickelten Führungsunterstützung (vgl. Scrum-Modifikation), welche sich initial aus den Führungskonzepten der deutschen Landstreitkräfte ableiten ließ, müssen die Ergebnisse dennoch kritisch hinterfragt werden.

ⓘ Untersuchungsdesign siehe Abschnitt 4.2.4

Validierungsergebnisse aus der industriellen Praxis zum Forschungsgegenstand

Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei voneinander unabhängige Fallstudien (Fallbeispiel A und Fallbeispiel B) durchgeführt, um die Ergebnisse zu prüfen und deren Gültigkeit zu bestätigen. Auf Basis der verwendeten Fortschrittskriterien zur Validierung des Artefakts sowie deren methodischer Überprüfung sind die theoretisch fundierten Ergebnisse unter Berücksichtigung der Forschungshypothesen und -fragen dieser Arbeit überwiegend positiv. Vereinzelte Ausreißer sind existent.

In der Tabelle 5.4 ist eine Zusammenfassung der Validierungsergebnisse des Fallbeispiels A dargestellt. Die Validierungsergebnisse des Fallbeispiels B sind in Tabelle 5.5 illustriert.

Darüber hinaus sind im Anhang A.7 die jeweiligen Antworten der Teilnehmer des Fallbeispiels A auf die einzelnen Fragen festgehalten. Dies gilt gleichermaßen für die Teilnehmer des Fallbeispiels B im Anhang A.8.

Ergänzende Informationen zu den Fallbeispielen sind im entsprechenden Abschnitt 4.2.4 nachzulesen.

Die in der Tabelle 5.4 und Tabelle 5.5 gelisteten Kennzahlen werden fortfolgend kurz erläutert. Der Mittelwert entspricht dem statistischen Durchschnittswert und ist dem Formelzeichen $\bar{X}$ zugeordnet. Der Median wird durch das Formelzeichen $\tilde{X}$ repräsentiert und ist ein spezielles Quantil, das gegenüber dem Mittelwert in der Regel robuster gegenüber Ausreißern ist. Die Standardabweichung sowie die Varianz sind durch die Symbole s und s^2 ausgedrückt. Das Konfidenzintervall kann als CI oder mittels einer [Untergrenze, Obergrenze] dargestellt werden. So ergibt sich exemplarisch das Konfidenzintervall für die *Frage Nr. 02* der Tabelle 5.4 als [3.79, 4.49]. Das Konfidenzintervall beschreibt den Bereich, in dem der zu messende Parameter der

Stichprobe mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit (Signifikanzniveau) liegt. Die entsprechenden Formeln zur Berechnung der statistischen Kennzahlen sind im Anhang A.6 festgehalten und nachzuvollziehen.

Ergänzende Erklärungen zu Fallbeispiel A, siehe Tabelle 5.4

Innerhalb des Fallbeispiels A fällt zunächst auf, dass sich die Teilnehmer lediglich in zwei Punkten gänzlich einig waren. Dies betrifft das Führungselement der Absichtsformulierung- und Kommunikation (*Frage Nr. 04*), welche als sehr nützlich befunden wurde, sowie den nicht vorhandenen Widerspruch zu dem vorhandenen Wissen der Teilnehmer (*Frage Nr. 07*).

Unter Berücksichtigung der Mittelwerte und des Medians, sind die Verteilungen größtenteils linksschief, was bedeutet, dass die Tendenz in Richtung der höheren Werte geht. Einzelne Ausreißer der Stichprobe ziehen den Mittelwert nach unten. Dies gilt auch für die initial rechtsschief scheinenden *Fragen der Nr. 03 und Nr. 08*, da es sich um invers gestellte Fragen handelte.

Die *Frage Nr. 02* ist hingegen tatsächlich rechtsschief, sodass der Mittelwert auf Grund eines Ausreißers unterschätzt werden kann. Insofern ist der Beitrag zur verbesserten Handhabung von Anpassungen hinsichtlich der Projektführung überwiegend als nützlich befunden worden.

Ergänzende Erklärungen zu Fallbeispiel B, siehe Tabelle 5.5

Bezüglich des Fallbeispiels B zeigen sich im Wesentlichen ähnliche Ergebnisse, obgleich sich die allgemeine Tendenz bezogen auf den Median um etwa 0,58 Kategorien von Fallbeispiel A unterscheidet. Die Teilnehmer des Fallbeispiels B befanden die Absichtskommunikation ebenfalls als sehr nützlich. Innerhalb des Fallbeispiels B im Kontext der *Frage Nr. 01*, in der es um das tiefergehende Verständnis von Projektführung in agilen Produktentwicklungsprojekten ging, gab es einen starken Ausreißer, der einen Effekt erzeugt, welcher nur bedingt im Mittelwert herauszulesen ist. Wie im Anhang A.8 ersichtlich, schwankt die Nützlichkeit bezogen auf diese *Frage 01* zwischen *überwiegend zustimmend* und *teils-teils zustimmend*. Der Ausreißer führt dazu, dass die Stichprobe rechtsschief ist und zusätzlich eine hohe Varianz um den Mittelwert aufweist.

Bei Betrachtung der Mediane sind die Ergebnisse auch im Fallbeispiel B überwiegend positiv zu deuten.

Tabelle 5.4
Zusammenfassung der Validierungsergebnisse für Fallbeispiel A; Die statistischen Kennzahlen sind gerundet. Ein Überblick der befragten Teilnehmer n=7 ist in Tabelle 4.4 dargestellt. α= 0.05
1 = Trifft gar nicht zu
2 = Trifft wenig zu
3 = Trifft teils-teils zu
4 = Trifft ziemlich zu
5 = Trifft völlig zu

Nr.	Frage	$\bar{X}$	$\tilde{X}$	s	s^2	CI
01	Das Modell ermöglicht mir ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Führung von Produktentwicklungsprojekten	4.71	5.00	0.48	0.24	0.45
02	Das Modell leistet einen Beitrag zur verbesserten Handhabung von Anpassungen in der Projektführung von Produktentwicklungsprojekten	4.14	4.00	0.38	0.14	0.35
03	Die Führungselemente und Wirkmechanismen sind bereits innerhalb des Scrum-Guides zweifels-frei beschrieben, sodass das Modell nicht nützlich ist	1.17	1.00	0.41	0.17	0.43
04	Die Offenlegung der Absichtskommunikation als ein ergänzendes Führungselement ist nützlich	5.00	5.00	0.00	0.00	0.00
05	Die Entkopplung von Führungsabläufen und Handlungsprozessen ist schlüssig und in sich konsistent	4.71	5.00	0.49	0.24	0.45
06	Das Modell eignet sich zur theoretischen Erklärung von Anpassungen bezüglich Führung innerhalb Scrums (Modell stellt somit keinen Widerspruch zum Zweck und Umfang von Scrum dar)	4.86	5.00	0.38	0.14	0.35
07	Das Modell widerspricht dem vorhandenen und mir bekanntem Wissen	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
08	Die Analogie zur Führung militärischer Operationen ist nicht nachvollziehbar	1.29	1.00	0.49	0.24	0.45
09	Scrum (gemäß Scrum Guide) vereinfacht Zusammenhänge bezüglich Führung derartig, dass diese Einfachheit zu Problemen in der Anpassung führt	2.67	3.00	1.21	1.46	1.27
10	Das Modell vereinfacht die Anpassung von Führungsprozesse innerhalb Scrum´s	3.71	4.00	0.76	0.57	0.70
11	Durch das Modell ist erkennbar, dass Scrum im Zweck und Umfang universell zur Führung und zum Management von Projekten geeignet ist	4.71	5.00	0.76	0.57	0.70
12	Durch das Modell ergeben sich weitere zu adressierende Fragestellungen	3.33	4.00	1.03	1.07	1.08
13	Durch das Modell sind mir neue Relationen innerhalb Scrum´s aufgezeigt worden	4.00	4.00	1.41	2.00	1.31

Nr.	Frage	$\bar{X}$	$\tilde{X}$	s	s^2	CI
01	Das Modell ermöglicht mir ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Führung von Produktentwicklungsprojekten	3.22	3.00	0.97	0.94	0.74
02	Das Modell leistet einen Beitrag zur verbesserten Handhabung von Anpassungen in der Projektführung von Produktentwicklungsprojekten	3.78	4.00	0.44	0.19	0.34
03	Die Führungselemente und Wirkmechanismen sind bereits innerhalb des Scrum-Guides zweifels-frei beschrieben, sodass das Modell nicht nützlich ist	1.78	2.00	0.83	0.69	0.64
04	Die Offenlegung der Absichtskommunikation als ein ergänzendes Führungselement ist nützlich	4.88	5.00	0.35	0.13	0.30
05	Die Entkopplung von Führungsabläufen und Handlungsprozessen ist schlüssig und in sich konsistent	4.22	4.00	0.44	0.19	0.34
06	Das Modell eignet sich zur theoretischen Erklärung von Anpassungen bezüglich Führung innerhalb Scrums (Modell stellt somit keinen Widerspruch zum Zweck und Umfang von Scrum dar)	4.33	4.00	0.5	0.25	0.38
07	Das Modell widerspricht dem vorhandenen und mir bekanntem Wissen	1.11	1.00	0.33	0.11	0.34
08	Die Analogie zur Führung militärischer Operationen ist nicht nachvollziehbar	1.33	1.00	0.70	0.50	0.54
09	Scrum (gemäß Scrum Guide) vereinfacht Zusammenhänge bezüglich Führung derartig, dass diese Einfachheit zu Problemen in der Anpassung führt	3.22	3.00	0.97	0.94	0.74
10	Das Modell vereinfacht die Anpassung von Führungsprozesse innerhalb Scrum´s	3.57	4.00	0.53	0.29	0.49
11	Durch das Modell ist erkennbar, dass Scrum im Zweck und Umfang universell zur Führung und zum Management von Projekten geeignet ist	3.78	4.00	0.66	0.44	0.51
12	Durch das Modell ergeben sich weitere zu adressierende Fragestellungen	3.89	4.00	1.05	1.11	0.81
13	Durch das Modell sind mir neue Relationen innerhalb Scrum´s aufgezeigt worden	3.22	3.00	1.20	1.44	0.92

Tabelle 5.5
Zusammenfassung der Validierungsergebnisse für Fallbeispiel B; Die statistischen Kennzahlen sind gerundet. Ein Überblick der befragten Teilnehmer n=9 ist in Tabelle 4.5 dargestellt. α= 0.05
1 = Trifft gar nicht zu
2 = Trifft wenig zu
3 = Trifft teils-teils zu
4 = Trifft ziemlich zu
5 = Trifft völlig zu

5.6 Fazit

Im Rahmen der deskriptiven Studie I wurde die Forschungsarbeit fokussiert. Mit der präskriptiven Studie wurde das Ziel verfolgt, die aus dem Forschungsziel abgeleiteten Forschungsfragen zu beantworten. Die daraus resultierenden Artefakte wurden im Ergebnisteil dargestellt, wie in Kapitel 4 konturiert. Die Präzisierung des Konzeptes der Agilität diente dazu, dem Konstrukt und dem Attribut einen theoretischen und generischeren Rahmen zu geben. Dieser Rahmen wurde ferner genutzt, um die relevanten Elemente des Scrum-Frameworks mit den Elementen zur Führung militärischer Operationen zu vergleichen, um theoretische Rückschlüsse zu ziehen. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde mittels Deduktion und Induktion eine Verbindung zwischen abstrakter Theoriebildung und praktischer Anwendung hergestellt. Hierbei sind insbesondere die Wirkungen hinsichtlich des Themengebietes von Führung hervorzuheben. So wurde beispielsweise die Absichtskommunikation als Verhaltenselement zur Führung von agilen Produktentwicklungsprojekten herausgestellt, um situationsadaptives Verhalten zu ermöglichen. Ferner wurden weitere Auswirkungen aus dem systemischen Analogieschluss demonstriert, die zum Beispiel die Skalierung agiler Teams betrifft. Anhand des konsolidierten Ergebnisartefakts der Scrum-Modifikation konnte außerdem verdeutlicht werden, dass sich Scrum aus methodischer Perspektive als konstituierendes Element auf allen Führungs- und Managementebenen anwenden lässt. Des Weiteren lässt sich zeigen, dass Scrum aus methodischer Sicht eine Verallgemeinerung der konkretisierten, als „traditionell“ bekannten, Vorgehensmodellen ist.
Durch die Herleitung über den Führungsprozess sowie die damit einhergehende Sensibilisierung für weitere Systemzerlegungen wurde außerdem aufgedeckt, wo Anpassungen konkret stattfinden können. Bei zukünftigen kontextspezifischen Anpassungen kann daher auf das hier skizzierte Ergebnisartefakt (Scrum-Modifikation) zurückgegriffen werden, um auf Basis theoretisch fundierter Herleitungen Anpassungsnotwendigkeiten in Produktentwicklungsprojekten vorzunehmen.

Die Modellbildung, also das Ergebnisartefakt, welches aus der systemischen Denkweise resultiert, ist somit nicht mehr ausschließlich empirischer Natur, sondern kann künftig auch dazu genutzt werden, agile Produktentwicklungsprojekte effektiver und effizienter zu gestalten.
Die Validierungsergebnisse, welche ebenfalls Bestandteil dieses Kapitels sind, wurden im Rahmen der deskriptiven Studie II erarbeitet, siehe Kapitel 4. Die deskriptive Studie II verfolgte das Ziel, das theoretisch fundierte Ergebnisartefakt in der industriellen Praxis zu validieren. Im Wesentlichen sollten die Modellbildung sowie die inkludierten Zwangskopplungen von ineinander verschränkten Prozessen innerhalb Scrums aus einer Führungsperspektive kritisch überprüft werden, damit die dort abstrahierte Realität dem Wissensfundus zur Verfügung gestellt werden kann. Dabei wurde in einem ersten Schritt ein initiales Vertrauen in die Nützlichkeit des Ergebnisartefaktes aufgebaut, in dem die Teilnehmer der Fallbeispiele überwiegend positive Rückmeldungen äußerten. Obgleich die Stichprobe, die als *„Teilmenge aller Untersuchungsobjekte, die die untersuchungsrelevanten Eigenschaften der Grundgesamtheit möglichst genau abbilden soll […]“*, verstanden werden kann (vgl. Bortz and Schuster, 2010, S. 80), begrenzt war, sind deren Indikatoren zur Validierung des erarbeiteten Modells folglich relevant und dienen als Ausgangspunkt für weitere Verbesserungen im Sinne des Fortschrittgedankens. Nichtsdestotrotz wurden seitens der Teilnehmer auch Verbesserungsvorschläge geäußert, die neben bereits erwähnten Themen ebenfalls Gegenstand der Diskussion sein werden.

6

Diskussion

6.1 Einordnung anwendungsbezogener Phänomene des Scrum-Frameworks und der militärischen Praxis 232
6.1.1 Auflösung von Prozesselementen 232
6.1.2 Rollen- und Teamschnitt 240
6.1.3 Ziel- und Absichtskommunikation 245
6.1.4 Partizipation am Führungsprozess 250
6.1.5 Skalierung und Organisationsstrukturen 257
6.2 Interpretation der Validierungsergebnisse 270
6.3 Positionierung des Agilitätskonzeptes 274
6.3.1 Präzisierung des Attributs und Konstrukts 275
6.3.2 Verbindungen zum Scrum-Framework 279
6.4 Fazit 283

Ziel der Diskussion

Im Rahmen dieses Kapitels werden die wissenschaftlichen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit mit dem bestehenden Wissensfundus in Verbindung gebracht, kritisch diskutiert und interpretiert (vgl. Rouse et al., 2025, S. 257). Damit einher geht zum Beispiel die differenzierte Auseinandersetzung mit der Frage, ob Beziehungen zwischen Entitäten oder Wirkmechanismen in Bezug zu anderen wissenschaftlichen Beiträgen zu erwarten waren oder nicht (vgl. Dorobantu et al., 2024, S. 1168).

Struktur der Diskussion

Die Diskussion der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erfolgt hierzu entlang definierter Analysebereiche.

In dem Abschnitt 6.1 werden zunächst die empirischen Ergebnisse hinsichtlich der vollzogenen Analogiebildung diskutiert, da sich beobachtbare Phänomene (z. B. das Verhalten oder Ausprägungen von Artefakten) in Produktentwicklung und Militär unterscheiden. Beobachtbare Phänomene finden in Anlehnung an Haberfellner et al. (2019, S. 3 ff.) ihre Kausalität in der Kombination von Akteuren, Systemstruktur und Systemumgebung. Abschnitt 6.1 dient daher der kritischen Auseinandersetzung von

Gemeinsamkeiten und Unterschieden. Zur Erörterung dieser Gemeinsamkeiten und Unterschiede erfolgt eine Betrachtung entlang festgelegter Phänomene. Eine weiterführende Interpretation der Ergebnisse ist ebenfalls Bestandteil.
Abschnitt 6.2 diskutiert anschließend die Validierungsergebnisse der Scrum-Modifikation. Anmerkungen und Vorschläge der Teilnehmenden werden dabei kontextuell eingeordnet.
Innerhalb des Abschnitts 6.3 wird die in dieser Arbeit vorgestellte Konzeptualisierung von Agilität diskutiert. Dabei werden insbesondere die Präzisierung des Konstrukts sowie deren Beziehung zum Scrum-Framework kritisch erörtert.
In Abschnitt 6.4 wird abschließend ein Fazit zur Bedeutung und Gestaltung von Führung im Kontext des Managements agiler Produktentwicklungsprojekte gezogen.

6.1 Einordnung anwendungsbezogener Phänomene des Scrum-Frameworks und der militärischen Praxis

6.1.1 Auflösung von Prozesselementen

Im Abschnitt 5.3 wurden bereits Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den *Basismodellen* der Frameworks thematisiert und dargestellt (vgl. Tabelle 5.2 und Abbildung 5.9). Auf Basis der Gegenüberstellung von Elementen beider *Basismodelle* (unter Nutzung der Zweckperspektiven der jeweiligen Elemente) lässt sich eine unterschiedliche Granularität der konstituierenden Elemente erkennen. Ein Beispiel hierfür ist, dass sowohl das *Sprint Planning* als auch das *Daily Scrum* mittels Führungsprozessen abgebildet und operationalisiert werden können.

ⓘ Die Terminologie des Scrum-Frameworks ist an die Dimension der Zeit gekoppelt

Diese Befunde verdeutlichen, dass der Führungsprozess über die Zeit mehrfach zur Anwendung gebracht wird. Diese Erkenntnis impliziert, dass die Scrum-Elemente bereits mit der zeitlichen Dimension verknüpft und mit ihr verschränkt sind. Die Begriffe *Sprint* und *Daily* leiten sich insofern aus der zeitlichen Dimension ab und spiegeln die Ideen von Geschwindigkeit und Frequenz (Häufigkeit) wider.

Entkopplung von Zeit und Strukturelementen

Im Sinne einer Theoriebildung ist es jedoch erforderlich, die

zeitliche Verschränkung aufzulösen, um die Strukturelemente sowie deren Funktionsweise innerhalb des Scrum-Prozesses zugänglich zu machen, sodass diese situations- und kontextspezifisch konfiguriert werden können. Dies lässt sich anhand des *Daily Scrums* verdeutlichen, dessen Zweck in der Überprüfung des Fortschritts zum Sprint-Ziel sowie in der Ableitung geeigneter Maßnahmen liegt. Wenn zum Beispiel das *Daily Scrum* gemäß Begriff täglich und unabhängig vom Umfeld angewendet wird, kann dies dazu führen, dass die damit assoziierten Führungsmechanismen nicht vollumfänglich zur Geltung kommen können, was den Nutzen des Elements verringert und möglicherweise zu dessen Ablehnung führt.

Mit anderen Worten, wird der Führungsprozess mit seinen Elementen exemplarisch zu häufig angewendet, kann dies im betrieblichen Umfeld dazu führen, dass das Handlungssystem zu träge wird. Dieser Zusammenhang ermöglicht die Erklärung geschilderter Phänomene des „Berichterstattungsdrucks" während der *Dailys* von Meier and Kock (2023, S. 2), in derer die Projektteammitglieder das Gefühl hatten, ihre eigenen Leistungen zu oft darstellen zu müssen. In stabileren Projektumfeldern kann eine überhöhte Frequenz derartiger Meetings also potenziell demotivierend auf die Projektmitglieder wirken, da Handlungen, Änderungen und Kontrollmechanismen nicht kohärent miteinander verknüpft sind. In der industriellen Praxis spiegelt sich dies zum Beispiel im Anpassungsverhalten des Scrum-Elements wieder (vgl. Michalides et al., 2024, S. 309).

Im Kontrast dazu, muss der Führungsprozess im Kontext militärischer Operationen häufig situativ angewendet werden, um den extremen Situationen, mit denen sich Soldaten potenziell konfrontiert sehen, Rechnung zu tragen. Die Planung und Durchführung zur Erreichung von (*Zwischen-*)Zielen unterliegt somit anderen Bedingungen als in der Produktentwicklung. Daher ist die gezielte Anwendung von Führungsprozessen ein Aspekt *agiler Führung*, da Führung immer in Wechselwirkung mit dem Umfeld und folglich der damit assoziierten Dynamik steht.

Im Rahmen der Konzeptualisierung wurde darüber hinaus ergänzend dargelegt, dass das *Daily Scrum* als funktionales Äquiva-

lent zum Führungsprozess der *horizontalen Kontrolle* zugeordnet werden kann. Die *horizontale Kontrolle* beschreibt die kontinuierliche Prüfung von Einflüssen (z. B. Umweltbedingungen) bezogen auf ein Zwischenziel der eigenen Führungsebene und die damit anschließend einhergehende Ausrichtung des Handelns mit dem Ziel, jenes Zwischenziel auf der eigenen Führungsebene zu realisieren. Damit zielgerichtete Änderungen oder Probleme innerhalb eines Zeitrahmens kommuniziert und initiiert werden können, bedarf es also eines Führungs- und Managementprozesses, der im Einklang mit den Rahmenbedingungen des organisatorischen Umfelds steht und somit effektives Handeln (das Richtige tun) ermöglicht.
Diese zugrunde gelegte Logik steht nicht im Widerspruch zum Scrum Guide und lässt sich sogar aus diesem ableiten:

> *„[…] den Fortschritt in Richtung des Sprint-Ziels zu überprüfen und das Sprint Backlog bei Bedarf anzupassen, […]“* (Sutherland and Schwaber (2020, S. 9)

> *„Das Scrum-Team muss eine Zielvorgabe erfüllen (oder aufgeben), bevor es die nächste angeht […] Das Sprint-Ziel ist die einzige Zielsetzung für den Sprint […] Es [Sprint-Ziel] bietet Flexibilität in Bezug auf die genaue Arbeit, die zur Erreichung des Ziels erforderlich ist.“* (Sutherland and Schwaber (2020, S. 11)

Die Anpassung der Prozesselemente von Scrum in Abhängigkeit des Umfelds der jeweiligen Organisationseinheit

Nichtsdestotrotz muss die Gestaltung des Events und die Häufigkeit dieser Veränderungskommunikation auf die kontextuellen Randbedingungen der Produktentwicklungsprojekte zugeschnitten sein. Die im Scrum-Leitfaden vorgeschlagene Häufigkeit bietet daher nur begrenzte Anhaltspunkte für Anpassungen, da der Scrum-Leitfaden hierzu keine Erläuterungen enthält. Diese Erkenntnis erweitert die Ergebnisse von Stray et al. (2016, S. 119), indem sie eine potenzielle Ursache für das Scheitern der erfolgreichen Umsetzung von *Daily Scrums* aufzeigt. Denn obwohl das *Daily* einfach erscheinen mag, ist dessen erfolgreiche Umsetzung nicht trivial (Stray et al., 2016, S. 119).
Dies gilt gleichermaßen für die Anpassung weiterer Prozess-

elemente innerhalb des Scrum-Frameworks (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 16; Michalides et al., 2024, S. 308 f.), welche mit Hilfe des Führungsprozesses operationalisiert werden können. So kann das *Sprint Review* als *vertikale Kontrolle* abstrahiert werden, da zum Zeitpunkt der Erreichung eines Zwischenziels nun systemisch geprüft wird, ob Anpassungen hinsichtlich eines Gesamtziels notwendig sind, wobei sich Stakeholder in Produktentwicklung und Militär selbstredend unterscheiden.

Besonderheit des Prozesselements Sprint Retrospektive

Eine Ausnahme stellt das Element *Sprint Retrospektive* innerhalb Scrums dar, welches im Vergleich zur militärischen Praxis gesondert betrachtet werden muss, da der Führungsprozess aus Perspektive des Autors der vorliegenden Arbeit die Funktion der Retrospektive nur unzureichend repräsentieren kann. Dies hat zwei wesentliche Gründe. Zum einen herrscht während militärischer Operationen ein operativer Druck, wodurch Zeitfenster für Reflexion und Analyse vergangener Handlungen unplanbar sind. Zum anderen können aufgrund mentaler Belastungen und sicherheitskritischer Situationen kognitive Kapazitäten für eine fundierte Auseinandersetzung fehlen. Obgleich der Führungsprozess also ein Element zur *(Selbst-)*Kontrolle beinhaltet, ist dieser nur sehr eingeschränkt für den Zweck der Reflexion in der industriellen Praxis geeignet. Denn in Anlehnung an Verwijs and Russo (2023, S. 2) setzt eine Reflexion sowohl psychologische Sicherheit als auch ein ausgeprägtes Qualitätsbewusstsein voraus. Ergänzend dazu schildert Ammersdörfer et al. (2023, S. 1686), dass der Zeitpunkt von Reflexionen entscheidend für dessen Wirksamkeit ist, da die Handlungen sowie deren Verlauf präsent sein müssen, was im militärischen Kontext mitunter nicht gegeben ist. Ferner kann das militärische Umfeld dazu beitragen, dass die Fokussierung auf positive Aspekte (vgl. Ng and Kuduk, 2024, S. 854 f.) nicht anschlussfähig ist. Die gezielte Anwendung methodisch gestützter Reflexionen in der Produktentwicklung ist daher nur bedingt mit der militärischen Praxis vergleichbar. Daher eignen sich kontinuierliche Verbesserungsprozesse wie der *PDCA-Zyklus* (vgl. Gausemeier and Plass, 2014, S. 304), um das Verständnis der Retrospektive in der industriellen Praxis anzureichern, da auch Prozessleistungen und unterneh-

ⓘ Neben den *PDCA-Zyklus* lassen sich weitere Verbesserungsprozesse betrachten z. B. Kaizen (vgl. Lindemann, 2016, S. 578)

merische Kennzahlen adäquate Berücksichtigung finden.

Die Betrachtung des Scrum-Frameworks mittels Operationalisierung über Führungs- und Managementprozesse ermöglicht insofern ein tiefergehendes Verständnis seiner Funktionsweise. Denn durch die Aufdeckung des strukturellen Elements des Führungsprozesses wird besonders verständlich, dass die Aktivierung von Wirkmechanismen hinsichtlich Führung durch die Nutzung von Events im Scrum-Framework erzwungen wird. Dadurch trägt die vorliegende Arbeit zur theoretischen Fundierung des Scrum-Frameworks bei, da dessen konstituierende Elemente grundsätzlich unabhängig von domänenspezifischen Randbedingungen (z. B. Softwareentwicklung) angewandt werden können, weil die zugrunde gelegten Events auf notwendige Führungs- und Managementtätigkeiten Bezug nehmen.

ⓘ Scrum erzwingt durch den inhärenten Prozess kontinuierliche und wertschöpfende Führungs- und Managementarbeit

Darüber hinaus trägt die Offenlegung des Führungsprozesses dazu bei, dass Verständnis dafür zu schärfen, dass es sich bei dem Scrum-Prozess um einen zuverlässigen und nicht wiederholbaren Prozess (z. B. Routine) handelt (vgl. Highsmith, 2009, S. 73 f.). Zuverlässige Prozesse sind auf die zu erzielenden Ergebnisse ausgerichtet, unabhängig davon, ob die Inputs variieren.

ⓘ Zuverlässige Prozesse sind ergebnisorientiert
ⓘ Wiederholbare Prozesse sind eingabenorientiert (Highsmith, 2009, S. 73)

Ferner ist der Scrum-Prozess, entgegen der Darstellung in Scharold and Paetzold (2024, S. 454), nicht ausschließlich durch den *PDCA-Zyklus* als Erklärungsmodell zu fundieren, da dessen Funktion auf eine kontinuierliche Verbesserung ausgerichtet ist. Der *PDCA-Zyklus* bildet daher einen Teilaspekt des Managements ab und reicht somit nicht aus, um die gesamte Bandbreite führungsbezogener Zusammenhänge zu erfassen.

Die explizierten Erkenntnisse können künftig dazu genutzt werden, sowohl Führungskräfte als auch Mitarbeitende für die Wirkungsweise des Scrum-Frameworks zu sensibilisieren, da der Erfolg zur Umsetzung agiler Produktentwicklung mittels Scrum auch von der Durchdringungstiefe jenes eingesetzten Frameworks abhängt. Zusätzlich lassen sich führungsbezogene Aspekte im Unternehmenskontext effizienter ausbalancieren und wirkungsvoller zur Anwendung bringen.

Besonderheiten der Artefakte der Befehle und der Backlogs

Bezüglich der Artefakte stellt die Auflösung beziehungsweise der Aufbau der Artefakte der Befehle und der Backlogs eine weitere

Besonderheit dar, da sich Zielsetzungen und Aufgaben der Industrie (vgl. Riesener et al., 2024, S. 4) vom Militär (vgl. Abschnitt 3) unterscheiden. Ferner können Zwangskopplungen als auch Granularität zwischen Befehlen und Backlogs unterschiedlich ausgeprägt und entsprechend formuliert sein. Dies wird anhand eines standardisierten Befehlsschemas (vgl. NSO, 2016, S. 191 ff.; BMVg, 2023a, S. 76) vereinfacht illustriert (siehe Abbildung 6.1). Das Befehlsschema der Abbildung 6.1 ist im Anhang A.10 in vergrößerter Form visualisiert. Die inhaltliche Ausgestaltung des Befehlsschemas ist Ausdruck konkreter Führungsarbeit.

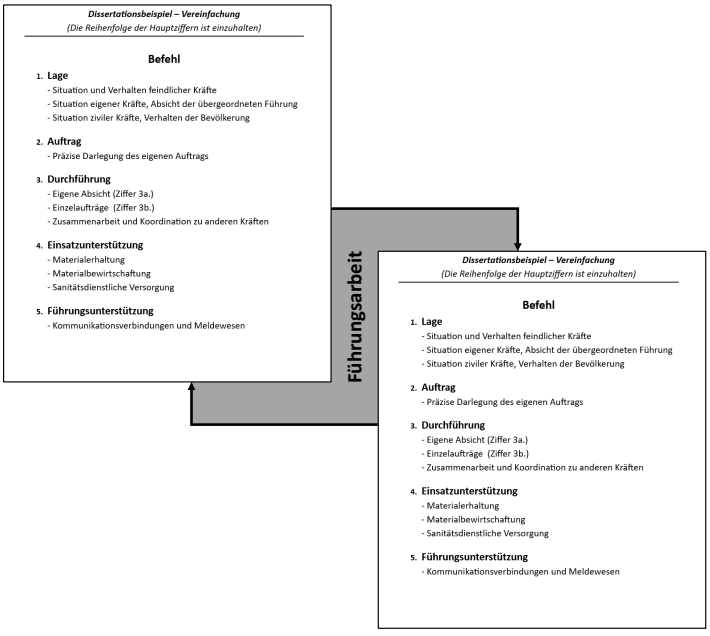


Abbildung 6.1
Vereinfachte Darstellung eines Befehlsschemas (vgl. NSO, 2016, S. 191 ff.; BMVg, 2023a, S. 76) sowie der Führungsarbeit; Anlagen wie Skizzen, graphischer Operationsplan sind nicht illustriert. Elemente des Führungsprozesses sind ebenfalls nicht illustriert.

Kopplungen von Befehlsartefakten

Wie in Abbildung 6.1 dargestellt, enthält ein Befehl neben kontextuellen Informationen auch Angaben zum Ziel. Da militärische Operationen in der Regel komplexe und integrierte Gesamtvorhaben darstellen, sind die Führungsprozesse der unterschiedlichen Ebenen zwangsläufig miteinander verzahnt (siehe Abbildung 3.4). Diesem Sachverhalt wird bereits im Befehlsschema strukturell Rechnung getragen.

ⓘ Eine hierarchische Beziehung zwischen den Backlogs lässt sich logisch folgern

Im Kontrast zu den Backlogs sind in einem Befehl hierarchische Abhängigkeiten zu anderen Führungsebenen direkt hinterlegt. Dies gilt sowohl für die zeitliche als auch inhaltliche Dimension (siehe Abbildung 5.12). So leitet sich zum Beispiel die *eigene Lage* (Ziffer 1) und der *eigene Auftrag* (Ziffer 2) aus den Ziffern 3a (*Eigene Absicht*) und 3b (*Einzelaufträge*) der übergeordneten Führung ab. Zur Formulierung der eigenen Absicht zum jeweiligen Zeitpunkt muss die Absicht der übergeordneten Führung, der eigene Auftrag sowie die wesentliche Leistung der eigenen Führungsebene verstanden und durchdrungen sein (vgl. BMVg, 2022c, S. 24). Dies ist daher Ausdruck von Führungsarbeit.

Granularität und Umfang der Befehlsartefakte und der Backlogartefakte

Wenn die Befehlsarbeit sowie deren Artefakte mit Elementen des Scrum-Frameworks verglichen werden, fällt auf, dass die Granularität und der Umfang unterschiedlich sind. Innerhalb des Product Backlogs ist der gesamtheitliche Auftragsbestand dynamisch hinterlegt (vgl. Abbildung 2.31). Folglich können dort hunderte verschiedene Themen mit Bezug zum Produkt priorisiert hinterlegt sein, wie zum Beispiel die Komponentenauswahl von Mustermodulen, Testung der Konformität eines Sicherheitsstandards oder die Anfertigung einer Montageanleitung. Dieser Auftragsbestand des Product Backlogs, welcher sich während einer bestimmten Zeit angesammelt hat (vgl. Dörrenberg and Freiherr von Rotenhan, 2019, S. 1092), beschreibt also verschiedene zu erreichende Ziele hinsichtlich des Produkts mit wechselnden Prioritäten. Eine derart umfassende Auftragsliste findet man im Operationskontext nur selten, da die Komplexität nicht aus einem VUCA-geprägten Zielsystem resultiert, sondern aus der komplexen und vielschichtigen Führungssituation zur Erreichung designierter Ziele. Dies impliziert, dass Zielkonflikte in der Produktentwicklung eine größere Rolle spielen als im militärischen Kontext und daher die Priorisierungsaufgabe zwischen jenen Zielen essenzielle Aufgabe der Backlogarbeit ist. Damit einher geht ein vielschichtiges Verständnis der Bedürfnisse der verschiedensten Stakeholder (vgl. Magnussen et al., 2024, S. 1162), die der Product Owner gegenüber dem Scrum-Team repräsentiert und vertritt (vgl. Bass, 2013, S. 155).
Deshalb gilt es trotz analogen Zwecks jener Artefakte zu be-

achten, dass die Ausprägung dieser Artefakte auf Grund des Umfeldes unterschiedlich ist. Diese Unterschiedlichkeiten sind auch zwischen Software- und Hardwareentwicklung spürbar (vgl. Weiss et al., 2023, S. 15).

Besonderheiten in Bezug auf Inhalt von Inkrementen und Zwischenzielen

Dies gilt gleichermaßen für die Betrachtung des *Inkrements* und des *Zwischenziels*, da Zwischenziele zum Beispiel nicht zwingend als Artefakte konzeptualisiert werden müssen, da sie keine Projektliefergegenstände im Sinne der Produktentwicklung darstellen. Nichtsdestotrotz sind Zwischenziele, im übertragenen Sinn, wertschöpfende Prozessschritte zur Verwirklichung der Absicht einer militärischen Operation und wurden in Folge dessen auch als solche modelliert. Inhaltlich unterscheiden sich daher auch die Ausprägungen der Zwischenergebnisse des Artefakts *Inkrement* und des *Zwischenziels*. Während militärische Operationen in Beziehung zu den Faktoren der Truppenführung, also Kräfte, Raum und Zeit, im Handlungsfeld Information stehen (vgl. BMVg, 2023a, S. 31; BMVg, 2022c, S. 43) und sich daraus auch entsprechende Zustandsbeschreibungen der Zwischenziele ergeben beziehungsweise abstrahieren lassen, sind Inkremente in der Produktentwicklung auf Realisierungsschritte konkreter Produktanforderungen, Funktionalitäten oder nicht funktionalen Anforderungen ausgerichtet, um entsprechende Nutzerbedürfnisse über das zu entwickelnde Produkt zu befriedigen. Dieser Unterschied ist in Abbildung 6.2 stark vereinfacht skizziert.

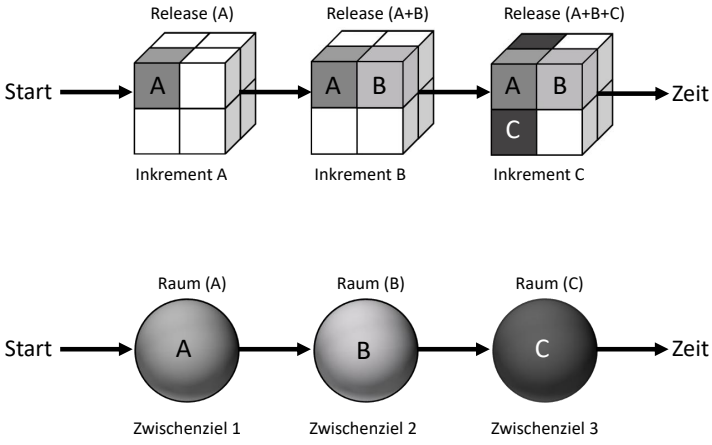


Abbildung 6.2
Vereinfachte Darstellung des inhaltlichen Unterschieds zwischen Inkrementen (Produktentwicklung) und Zwischenzielen (Militär); Der Gesamtwürfel stellt das abstrake Produkt dar. Gemäß Scrum Guide ist jedes Inkrement eine additive Erweiterung des bisherigen Produktstands (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11). Ein Release verkörpert hier alle bis zu einem Zeitpunkt entwickelten Inkremente. Die Kugeln stellen Räume dar.

ⓘ Das Nehmen eines Raumes bezeichnet im militärischen Kontext das Besetzen eines definierten Gebietes in derer feindliche Kräfte sind

Wie in Abbildung 6.2 vereinfacht dargestellt, stehen die Zwischenziele (hier: Nehmen eines Raumes) zwar konsekutiv in einem Zusammenhang zur Erreichung eines Endzustandes der militärischen Operation, nichtsdestotrotz verhalten sich diese im Sinne von Produktfunktionalitäten nicht mathematisch additiv zueinander. Etwaige Rückschritte infolge feindlicher Wirkungen sind beispielsweise in Abbildung 6.2 nicht illustriert. Unabhängig davon bietet dies jedoch die Möglichkeit neu über Inkremente und deren Gestalt nachzudenken.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich für die Auflösung der Prozesselemente konstatieren, dass grundlegende Führungsmechanismen eine theoretische Ergänzung für das agile Management von Produktentwicklungsprojekten darstellen, da zum Beispiel Prozessschritte und Beziehungen detaillierter und transparent zugänglich gemacht werden können. Gleichwohl ist beim Transfer der spezifische Kontext zu berücksichtigen, sodass nicht jedes Element uneingeschränkt genutzt werden kann.
Auf diese Weise ergänzen insbesondere die strukturellen Elemente des Führungsprozesses das Scrum-Framework und eröffnen den Praktikern die Möglichkeit, Scrum-Events künftig leichter situations- und kontextspezifisch anzupassen, um ihre Produktentwicklungsprojekte effizienter zu gestalten.
Da der Führungsprozess maßgeblich von menschlichen Interaktionen geprägt ist und die im Team existierenden Rollen nicht Gegenstand des vorangegangenen Abschnitts waren, werden fortfolgend nun weitere Ergebnisse dieser Arbeit diskutiert.

6.1.2 Rollen- und Teamschnitt

Wie in Abbildung 5.9 visualisiert, wurden in einem ersten Schritt die Rollen im Rahmen des *Basismodells* als Menschen abstrahiert, um die Analogien zwischen den *Basismodellen* hervorzuheben. Diese Substitution erfolgte aufgrund der funktionalen Natur der Rollen, da diese mit spezifischen Aufgaben verknüpft und daher zwangsläufig unterschiedlich ausgestaltet sind. Wie in den Ergebnissen in Abschnitt 5.3.3 und Abschnitt 5.4 dargestellt, waren die Unterschiede daher erwartbar.

Fehlendes Äquivalent zur Rolle des Scrum Masters

Die Analyse der Ergebnisse verdeutlicht, dass auf der militäri-

schen Ebene der Gruppe kein direktes Rollen-Äquivalent zum Scrum Master existent ist. Wie bereits skizziert, ist der Scrum Master für die Effektivität des Scrum-Teams verantwortlich (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020, S. 6). Das Aufgabenportfolio der Rolle lässt sich in die drei Bereiche unterteilen, namentlich Product Owner Service, Scrum-Team Service und Organisationsservice, denen der Scrum Master jeweils *dient* (Shastri et al., 2021, S. 4). So unterstützt der Scrum Master den Product Owner beispielsweise mit der effektiven Formulierung von Zielen (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 6) oder der gesamten Organisation mit dem Training und Coaching von Scrum.

ⓘ Die Aus-, Fort- und Weiterbildung findet im militärischen Kontext nicht ausschließlich zentralisiert statt

Solche Aufgaben sind im Militär in der Regel institutionalisiert und werden im Rahmen der militärischen Ausbildung adressiert. Im Rahmen der konsekutiven Aus-, Fort- und Weiterbildung (für Offiziere z. B. an den Offiziersschulen) werden weitere Maßnahmen zur Persönlichkeitsentwicklung, zur Ausbildung und zur Erziehung der Soldaten ergriffen, um prozessuales Vorgehen, Führungsphilosophien, Werte und Normen, aber auch diszipliniertes Arbeiten zu vermitteln und zu stärken (vgl. BMVg, 2017a, S. 27; BMVg, 2023c, S. 35 f.; BMVg, 2023b, S. 6 f.).

Andere Aufgaben des Scrum Masters, wie zum Beispiel die Kollaboration mit Stakeholdern (z. B. übergeordnete Führung), sind auf Ebene der *Gruppe* im Aufgabenportfolio der Führungskraft (hier der Gruppenführer) enthalten. Damit kommt das Aufgabenportfolio des Scrum Masters im militärischen Kontext anders zum Ausdruck, wobei die vorliegende Arbeit in Bezug auf eine detaillierte Untersuchung dieses Aspekts an ihre Grenzen stößt.

Auftragsgerechte Gestaltung von Rollen und Teams

Da Rollen sowie Teamkonstellationen jedoch in Abhängigkeit vom Auftrag und vom Kontext definiert werden müssen und Agilität ebenfalls kontextspezifisch gedacht werden muss, muss auf einen Aspekt besonders hingewiesen werden. Die Anpassungen beziehungsweise die Ausgestaltungen folgen in Anlehnung an Highsmith (2009, S. 63 f.) immer einem übergeordneten Ziel (z. B. Unternehmensziel) und Zweck. Durch die Idee des Auftrags (*Auftragstaktik*) wird also eine essenzielle Botschaft transportiert: Unabhängig von der Domäne (z. B. Softwareentwicklung oder Hardwareentwicklung) muss der Rollen- oder Teamschnitt

mit dem zu erledigenden Auftrag im Einklang stehen. Dies impliziert, dass die mit Scrum assoziierte Interdisziplinarität der Teams (vgl. Campanelli and Parreiras, 2015, S. 87; Ovesen and Sommer, 2015, S. 97; Sutherland and Schwaber, 2010, S. 4) sowie deren Anpassung am Auftrag gespiegelt werden muss.
Dies gilt gleichermaßen für die Rollenschnitte innerhalb des traditionellen Projektmanagements, des agilen Projektmanagements oder der militärischen Operationsführung, da Führungs- und Managementaufgaben auftragsverbunden sind und in Wechselwirkung mit dem jeweiligen Umfeld stehen.
Masood et al. (2022, S. 1583 ff.) liefern mehrere praktische Gründe beziehungsweise Beispiele für Abweichungen von den Scrum-Rollen. So liegen demgemäß Belege dafür vor, dass sich mehrere Teams einen Scrum Master teilen, da Scrum in seiner Anwendung gereift ist. Einige Teams haben ein solches Maß an Reife erreicht, dass sie auf die Rolle des Scrum Masters verzichten Masood et al. (2022, S. 1583). Im letzteren Fall nähert sich die Teamstruktur der Scrum-Teams bereits einer Entsprechung des militärischen Äquivalents der Gruppe an, in der die vollumfängliche Rolle des Scrum Masters nicht existent ist.

ⓘ Es ist anzumerken, dass das Aufgabenportfolio des Scrum Masters damit nicht automatisch entfällt

Am Beispiel der Rolle des Scrum Masters wird exemplarisch aufgezeigt, welche Aspekte bei der Ausgestaltung von Rollen und Teams zu berücksichtigen sind, insbesondere der konkrete Auftrag, das organisatorische Umfeld sowie die situativen Rahmenbedingungen (z. B. Qualifikation oder Eignung der Mitarbeitenden), unter denen der Auftrag erfüllt werden muss.
Die skizzierte Relation unterstützt die praxisorientierte Anwendung und Anpassung, indem sie Organisationen/Organisationseinheiten dazu anregt, systematisch zu reflektieren, wie Rollen und Organisationseinheiten gezielt zur Wertschöpfung beitragen können. Damit ist nicht impliziert, dass die Rollen innerhalb des Scrum-Frameworks unzweckmäßig ausgestaltet sind. Nichtsdestotrotz bietet dieses Verständnis die Möglichkeit, militärische Rollenkonfigurationen kontextbezogen nachzuvollziehen und Anpassungen im industriellen Umfeld vorzunehmen. Dies wird mit Hilfe der folgenden Frage veranschaulicht:

„Warum ist Rolle A mit Aufgabenkonfiguration A zur Auftragserfüllung A im Kontext A und Rolle B mit Aufgabenkonfiguration B zur Auftragserfüllung B im Kontext B notwendig?“

ⓘ Anders formuliert: Warum verhalten sich System A und System B unterschiedlich?

Im militärischen Kontext hat der Gruppenführer gegenüber den ihm anvertrauten Soldaten eine institutionell verankerte Befehlsbefugnis. Dies führt in Gefechtssituationen dazu, dass Diskussionen über das Vorgehen (z.B. bei Abbruch der Kommunikation) ausgeschlossen werden können. Dies hat den Grund, dass innerhalb militärischer Gefechte (oder vergleichbare Situationen) die Unterlassung notwendiger Handlungen schwerer wiegen als die Wahl ungeeigneter Mittel. Anders ausgedrückt kann eine derart implementierte Funktion Entscheidungsvermeidung verhindern, wodurch eine Handlung ermöglicht und die taktische Handlungsfähigkeit aufrechterhalten werden kann. Sowohl gruppeninterne Diskussionen als auch das Abwarten auf Befehle sind in der skizzierten Situation ineffektiv. In der Formulierung der Grundsätze der Operationsführung:

Beispielhafte Besonderheit der Gruppenführerrolle

ⓘ Beachte: *Dysfunktionales Führungsverhalten* durch Führungspersonal kann oder wird nachteilige Wirkungen entfalten

„Günstige Gelegenheiten vergehen ungenutzt, wenn auf Befehle gewartet wird. Zeit lässt sich nicht zurückgewinnen. [Führungskräfte oder Führung] muss [sich] bewusst sein, dass Unterlassen und Versäumnis im Ergebnis schwerer wiegen kann als ein auf einem unvollständigen Lagebild beruhender Entschluss [Resultat der Entscheidungsfindung]. Ein guter Plan konsequent heute exekutiert ist besser als ein perfekter Plan am nächsten Morgen.“ (BMVg, 2022a, S. 26)

In einem industriellen Kontext würde dieses Handeln jedoch möglicherweise zu inakzeptablen finanziellen Folgen führen. Man könnte also berechtigterweise argumentieren, dass das Ausmaß einer unangemessenen Entscheidung schwerer wiegt als ein verspätetes Handeln. Dies kann sich insofern auch in der Rollengestaltung sowie den Befugnissen widerspiegeln.
Nichtsdestotrotz und das ist die Quintessenz dessen, können beide Varianten und beide Organisationseinheiten in ihrem Wettbewerbsumfeld agil sein (vgl. Teece et al., 2016, S 17). Aus Perspek-

tive des Kontexts erfordert das Militär ein hohes Maß an Agilität im Interesse der Überlebenswahrscheinlichkeit und der effektiven Auftragserfüllung. In einem stabileren Umfeld ohne solche Risiken muss der Integrationsgrad der Agilität anders beurteilt werden (vgl. Saleh and Watson, 2017, S. 718), da *„es beispielsweise rentabel sein [kann], die grundlegenden Abläufe zu optimieren und Effizienz auf Kosten der Agilität zu erreichen, weil die Kosten für den Schutz vor möglichen zukünftigen Störungen zu hoch sind, um den Verzicht auf aktuelle Gewinne zu rechtfertigen. Wenn jedoch große Ungewissheit herrscht, ist Agilität wahrscheinlich ein wertvolles organisatorisches Attribut [...]"* (Teece et al., 2016, S 17).

Unklarheiten des Scrum Guides am Beispiel des Product Owners

Abschließend soll auf eine weitere Unklarheit bezüglich des Scrum Guides am Beispiel der Rolle des Product Owners verwiesen werden:

> *„Damit der Product Owner erfolgreich ist, muss die gesamte Organisation seine Entscheidungen respektieren. [...] Wer das Product Backlog ändern möchte, kann versuchen, den Product Owner zu überzeugen."* (Sutherland and Schwaber (2020, S. 6)

Am Beispiel des Gruppenführers ist der im Zitat artikulierte Aspekt des *„Respektierens von Entscheidungen"* über die Rolle und den damit einhergehenden Befugnissen (z. B. Vorgesetztenverhältnis) geregelt. Insofern werfen solche Zitate Fragen auf, da der Scrum Guide wenig Hinweise gibt, wie Akzeptanz oder Respekt innerhalb der Organisation durchgesetzt werden kann. Faktisch existiert eine kausale hierarchische Abhängigkeit von dem Artefakt des Product Backlogs zum Artefakt des Sprint Backlogs. Anderenfalls würde das Sprint Backlog keinem übergeordneten Zweck folgen. Aspekte zur Durchsetzung von Entscheidungen bleiben aktuell vage oder ambivalent formuliert und setzen aus Perspektive des Autors der vorliegenden Arbeit eine reflektierte Kompromissbereitschaft und Streitkultur voraus. Das Konzept der *Auftragstaktik* liefert hier einige Anknüpfungspunkte, da diese die Handlungsfreiheit mit der Klarheit einer Rollenhierarchie zur Erfüllung von Führungs- oder Organisationsabsichten verbindet. Insofern können insbesondere hierarchisch strukturier-

te Organisationen von der militärischen Lösung profitieren.

Zusammenfassung

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass Rollen- und Teamschnitte in Abhängigkeit des zu erledigenden Auftrags und des organisatorischen Umfelds zu gestalten sind, wodurch die Ergebnisse dieser Arbeit insbesondere Licht auf etwaige Anpassungsnotwendigkeiten (z. B. in Abhängigkeit der Domäne) werfen und somit kontemporäre Beiträge wie von Masood et al. (2022), Kadenic et al. (2023b) oder Shastri et al. (2021) anreichern und erweitern. Daher gilt es Hinweise wie *„die Änderung des Kerndesigns oder der Ideen von Scrum, das Weglassen von Elementen oder die Nichteinhaltung der Scrum-Regeln verdecken Probleme und schränken den Nutzen von Scrum ein, machen es möglicherweise sogar unbrauchbar“* (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 6), kritisch dahingehend zu prüfen, ob organisatorische Randbedingungen dem nicht widersprechen. Wie auch Masood et al. (2022, S. 1590) feststellt, ist es nämlich problematisch Anpassungen oder Variationen des Scrum-Frameworks als inadäquate Abweichungen zu klassifizieren, wenn praktische Umstände oder unternehmerische Zielsetzungen außer Acht gelassen werden.

6.1.3 Ziel- und Absichtskommunikation

Wie bereits in Kapitel 5 erläutert, sind die Ziele der organisatorischen Vorhaben in den entsprechenden Befehls- beziehungsweise Backlog-Artefakten verankert. Im Kontext des Scrum-Frameworks wird das Produktziel von dem Sprintziel unterschieden, wobei das *„Produktziel das langfristige Ziel oder das große Bild des Scrum-Teams ist […]“* (Lawong and Akanfe, 2024, S. 4). Das Sprintziel hingegen beschreibt das für einen Zeitschritt fixierte Ziel.
Im militärischen Kontext wird das Konstrukt der Absicht (Verhaltenselement) als entscheidender Orientierungspunkt für die Operationsführung genutzt (vgl. BMVg, 2022a, S. 17). Daher spiegelt sich die Absicht auch zwangsläufig in den militärischen Aufträgen wider und vice versa. Wie in Abbildung A.14 impliziert, findet die Absichtskommunikation über alle militärischen Führungsebenen hinweg Anwendung. Im Ergebnisteil wurde bereits angeführt, dass die empirischen Befunde darauf hindeuten, dass die Formulierung und Kommunikation der Absicht (Ziffer

3a. im Befehlsschema, siehe Abbildung A.14) die Handlungsfreiheit der Soldaten zu Erreichung designierter Ziele fördert und unterstützt, da der mit dem Ziel gekoppelte Zweck transportiert wird. Anders formuliert eröffnet sich durch das Bewusstsein des Zwecks die Möglichkeit, den intendierten Nutzen über alternative Wege und Mittel zu erzielen. Die Absicht ist insofern als Voraussetzung für effektives und eigenverantwortliches Handeln zu interpretieren (vgl. BMVg, 2022c, S. 17). Damit lässt sich die Absicht auch als Moderator der Handlungsfreiheit und Anpassungsfähigkeit in extremen VUCA-Umgebungen begreifen und konzeptualisieren. Dies gilt für sämtliche Organisationseinheiten, die systemisch an der Erreichung einer übergeordneten Absicht beteiligt sind, da eine durchgängige Verbindung zwischen Führungsebenen gewährleistet ist (vgl. Abbildung 5.10).

ⓘ Der Veränderung ist kein Ziel inhärent - die Anpassung hingegen ist auf ein Ziel ausgerichtet (vgl. Highsmith, 2009, S. 65)

Unterschiede in der Zielkommunikation

Aus der Analyse der Literatur geht hervor, dass das Produktziel *„einen zukünftigen Zustand des Produkts beschreibt, welches dem Scrum-Team als Planungsziel dienen kann. Das Produkt-Ziel befindet sich im Product Backlog“* (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11). Im Kontrast dazu wird innerhalb der Absicht neben einem übergeordneten Zustand auch der konkrete Zweck adressiert, unabhängig davon, dass weitere zuvor beschriebene Elemente der Entschlussform (vgl. Tabelle 5.2) angesprochen werden. Aus struktureller Sicht umfasst die Absicht also nicht nur den Soll-Zustand (Ziel), sondern auch weitere Elemente wie den zugrundeliegenden Zweck (vgl. Abbildung 6.3).

ⓘ Die Idee der Absicht ist im Sprintziel verankert (vgl. Abbildung 6.3)

Die Analyse des Sprintziels verdeutlicht, dass gerade diese Kombination aus Zustands- und Zweckbeschreibung auch im Scrum Guide hinterlegt und expliziert ist. Denn in der Idee des Sprintziels steckt sowohl das für einen Zeitschritt fixierte Ziel des Sprints (ausgewähltes Item) als auch dessen Nutzenperspektive (Sutherland and Schwaber, 2020, S. 11).

Damit lässt sich die Idee der Absichtskommunikation auch unter Berücksichtigung der Befunde Scrums, als ein Führungselement zur zielbezogenen Verhaltensregulation verstehen, welche das effektive Handeln von Teammitgliedern fördert und unterstützt. Ein möglicher Grund für die fehlende Explizierung der Absicht auf Produktebene könnte in der Betrachtung und Fokussierung

der Teamebene liegen, da die Relevanz der Absicht mit zunehmender Projekt- oder Operationsgröße steigt.

Ähnlichkeiten in der Formulierung von User Stories und Absichten (vgl. Abbildung 6.3)

Ein weiterer Befund ist, dass sich die Idee der Absicht beziehungsweise die Kommunikation jener Absicht in den User Stories wiederfinden lässt. Diese ist dort rollenspezifisch verankert und unterstützt beispielsweise Scrum-Teams dabei, den tatsächlichen Wertgehalt für den Kunden zu erfassen (vgl. Cohn, 2004, S. 15). Die Explizierung dessen trägt jedoch auch eine inhärente Erwartungshaltung (z. B. aktives Mitdenken) in sich, an derer sich die Teammitglieder messen lassen müssen.

ⓘ Die Formulierung einer Absicht impliziert eine Erwartungshaltung

Die zuvor diskutierten Gemeinsamkeiten und Unterschiede werden in vereinfachter Form in Abbildung 6.3 illustriert.

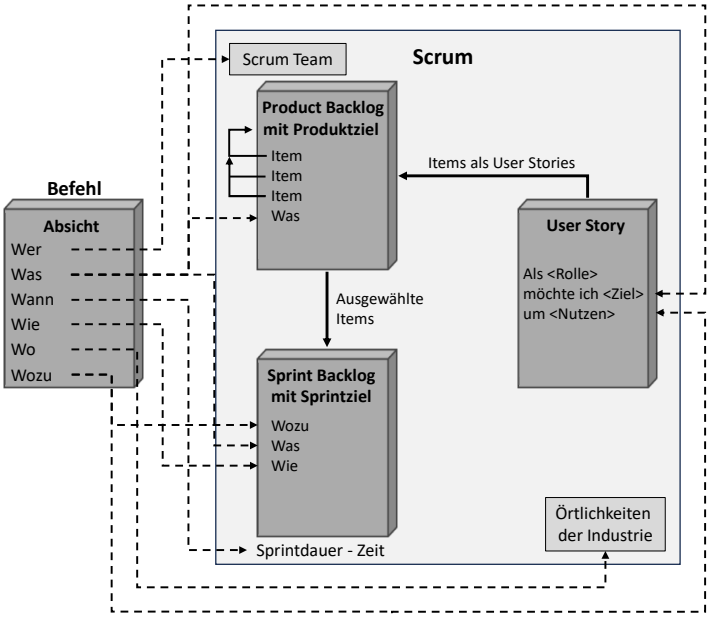


Abbildung 6.3
Skizze zur Visualisierung von analog genutzten Elementen in der Zielkommunikation innerhalb Scrums; Durchgezogene Pfeile repräsentieren Beziehungen innerhalb der Scrum-Anwendung. Gestrichelte Pfeile repräsentieren Beziehungen zwischen analogen Elementen.

Wie in Abbildung 6.3 visualisiert, lassen sich genutzte Elemente zur Unterstützung der Zielerreichung in analoger Weise wiederfinden. Zeitliche und ortsbezogene Aspekte (fixierte Sprintlänge und Ort) bedürfen auf Teamebene in der Regel keiner expliziten Adressierung, da sie bei der Anwendung von Scrum logisch ableitbar sind. Im Kontext der Skalierung (Zusammenarbeit meh-

rerer Organisationseinheiten) gewinnen die Elemente sowie deren konkrete Artikulation an Relevanz, da die Koordinationsaufgaben als Management- und Führungsaufgaben zunehmen (vgl. Schrof, 2023, S. 106). Diese Thematik wird im Abschnitt 6.1.5 erneut aufgegriffen und diskutiert.

Abgrenzung zur Arbeit von Harvie and Agah (2016)

Im Kontext der militärischen Zielkommunikation wird auf eine Besonderheit der Arbeit von Harvie and Agah (2016) hingewiesen, die sich an der Schnittstelle zwischen militärischer Operationsführung und agiler Softwareentwicklung verorten lässt. Die Autoren Harvie and Agah (2016) integrieren mit dem Konzept des *Targeted Scrum* Elemente der amerikanisch-militärischen Operationsführung in Scrum. Harvie and Agah (2016, S. 479 ff.) konzentrieren sich hierbei auf die Verbesserung der initialen Zieldefinitionen für das gesamtheitliche Produkt, indem sie die Idee des *End State* und der *Lines of Effort* in Scrum integrieren. Die Grundidee einer solchen *Line of Effort* besteht im militärischen Kontext darin, *„mehrere Aufgaben anhand der Logik des Zwecks und nicht anhand geografischer Referenzen miteinander [zu verbinden], um die Bemühungen auf die Erreichung eines gewünschten Endzustands zu konzentrieren“* (US Department of Army, 2018, S. 41). Problematisch an dieser Integration ist, dass es sich bei jenen Handlungslinien (Lines of Effort) um operativ-strategische Planungshilfen handelt, die projiziert auf die Produktentwicklung, *klar bestimmbare Ziele und Kumulationspunkte* voraussetzt, was jedoch der Scrum-Idee entgegensteht. Die Konzeption solcher Linien geht auf den Militärtheoretiker Antoine-Henri Jomini (vgl. Harvie and Agah, 2016, S. 477) zurück, einen Vordenker der Befehlstaktik (siehe Kapitel 3), der ein dem Prinzip der Auftragstaktik entgegengesetztes Verständnis militärischer Führung vertrat. Obgleich die Idee für determinierbare kurzzyklische Ziele zweckmäßig sein kann, hält der Autor der vorliegenden Arbeit die Abstraktionsebene von Zwischenzielen für geeigneter, da vorhandene Zielkonflikte in der Produktentwicklung dominieren und der Endzustand im Sinne einer agilen Produktentwicklung oft nicht konkretisiert werden kann. Insofern gilt es mit einem VUCA-geprägten Zielsystem zu entwickeln. Zusätzlich eignet sich die Idee der Zwischenziele im Kontext der Hardwareent-

wicklung eher, da *„es eine weit verbreitete Erwartung ist, einen Sprint mit einem „nutzbaren" [Zwischen-]Ergebnis abzuschließen. Hardware-Teams haben jedoch aufgrund von Vorlaufzeiten und physikalischen Einschränkungen Schwierigkeiten, neue nutzbare Hardware oder sogar einen spürbaren Unterschied in der Hardware bereitzustellen. Ein Ansatz zur Minderung der Herausforderung, innerhalb eines Sprints akzeptable Arbeitsergebnisse zu erzielen, besteht darin, den Zweck eines Sprints neu zu definieren"* (Drutchas and Eppinger, 2022, S. 155), was mittels Zwischenzielen erreicht wird.

Obgleich die Idee der Zwischenziele das Verständnis für Inkremente im Kontext der agilen Hardwareentwicklung unterstützen kann, hält der Autor dieser Arbeit eine direkte Übertragung dieses Elements jedoch nur für bedingt geeignet (Unsicherheitsquelle differiert), weshalb sie in der Scrum-Modifikation keine direkte Berücksichtigung fand (vgl. Abbildung 5.15).

Besonderheiten bei der Zielformulierung in Scrum: *Definition of Done* und *Akzeptanzkriterien*

Bei der Anwendung Scrums wird auf eine weitere Besonderheit hingewiesen, die in dieser Form im militärischen Kontext keine Entsprechung findet, da diese aus den Qualitäts- und Realisierungsansprüchen der Produkte resultiert. Dies betrifft insbesondere die explizite Festlegung einer *Definition of Done* sowie verwendete *Akzeptanzkriterien*.

Denn wie zum Beispiel eine formulierte User Story aus dem Product Backlog umgesetzt wird, ist wiederum Teil des *Sprint Plannings*, in dem eine User Story in Teilaufgaben zerlegt und strukturiert wird (vgl. Cohn, 2004, S. 173). Dies schließt die Sicherstellung der Konformität von Funktionalitäten mit der *Definition of Done* (vgl. Rubin, 2012, S. 74) sowie fakultativ zu formulierende *Akzeptanzkriterien* (vgl. Silva et al., 2017, S. 372) mit ein. Im Sprint Backlog sind die Product Backlog Items daher so zu konkretisieren, dass das daraus resultierende Inkrement zum einen den definierten Kriterien entspricht und zum anderen auch tatsächlich realisierbar ist. Letzteres bezieht sich insbesondere auf die Schätzungsgenauigkeit der Teams hinsichtlich zu erreichender beziehungsweise zu erzielender Projekt(liefergegen-)stände (vgl. Weiss et al., 2024, S. 8). Folglich erachtet der Autor der vorliegenden Arbeit es als wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Möglichkeiten zur Zielformulierung konsequent genutzt werden

müssen, da sie eine transparente Grundlage zur Beurteilung und Bewertung der Ist-Situation schaffen.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich hinsichtlich der Zielformulierung und ihrer Artikulation konstatieren, dass Unterschiede vor allem auf die jeweiligen Umwelt- und Randbedingungen zurückzuführen sind (z. B. die im Kontext des militärischen Auftrags mitgedachte Gesamtorganisation). Ferner lässt sich die Absicht als zentrales Element zur Kompetenzaktivierung im Sinne eines Auftrags identifizieren, wobei die konsequente Formulierung der Absicht (oder deren Variationen) die selbstorganisierte Entwicklung unter dynamischen Bedingungen unterstützt, womit diese einen Beitrag zur Anpassungsfähigkeit von agilen Organisationseinheiten leistet. Da die Absicht im Kontext der Skalierung an Bedeutung gewinnt, stellt diese sogar eine Teillösung von Herausforderungen hinsichtlich Führung dar.
Wie bereits in Kapitel 2 konturiert, bestehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Partizipation an Führungs- und Managementprozessen. Die Aufarbeitung der Befunde deuten auf Divergenzen zwischen industrieller Praxis und militärischer Anwendung hin. Dies bildet den Gegenstand des folgenden Abschnitts.

6.1.4 Partizipation am Führungsprozess

In den theoretischen Grundlagen (siehe Kapitel 2) wurde bereits ein Verständnis für den Begriff der Führung sowie für deren Dualität zum Management entwickelt. Darüber hinaus wurde in Abschnitt 2.4.2 skizziert, was unter agilem Projektmanagement und agiler Führung verstanden wird.

Eine Definition agiler Führung durch den Autor der vorliegenden Arbeit

Unter *agiler Führung* wird im Kontext dieser Arbeit die zweck- und zielgerichtete Einflussnahme auf das Verhalten von Menschen verstanden, die dem zugrundeliegenden Konzept der Agilität folgt (vgl. Abschnitt 2.4.2, S. 69). Dadurch sind die Ziele (z. B. Outputs) an die Nutzenperspektiven gekoppelt (vgl. Kapitel 5 Präzisierung des Agilitätskonzeptes).
Ferner wurden in den Grundlagen charakteristische Besonderheiten sowie verschiedene Modi (z. B. Selbstorganisation oder Autonomie) herausgearbeitet. Diese Modi determinieren variierende Grade an Eingriffs- und Gestaltungsmöglichkeiten inner-

halb von Führungs- und Managementprozessen. Agile Führung im Kontext der Produktentwicklung propagiert hierbei die Verlagerung von Entscheidungskompetenzen zu denjenigen Personen, die die tatsächliche Arbeit verrichten (vgl. Rialti and Filieri, 2024, S. 443; Moe et al., 2021, S. 2). Im Falle der Anwendung Scrums orientiert sich das Scrum-Team am Scrum Guide.

Schematische Übersicht von Eingriffs- und Gestaltungsmöglichkeiten von Führungsprozessen

Anhand eines angepassten (militärischen) Führungsprozesses werden die verschiedenen Modi sowie die damit implizierten Gestaltungsmöglichkeiten graphisch dargestellt, um die anschließende Diskussion über die Unterschiede zwischen Militär und Industrie zu unterstützen, siehe Abbildung 6.4.

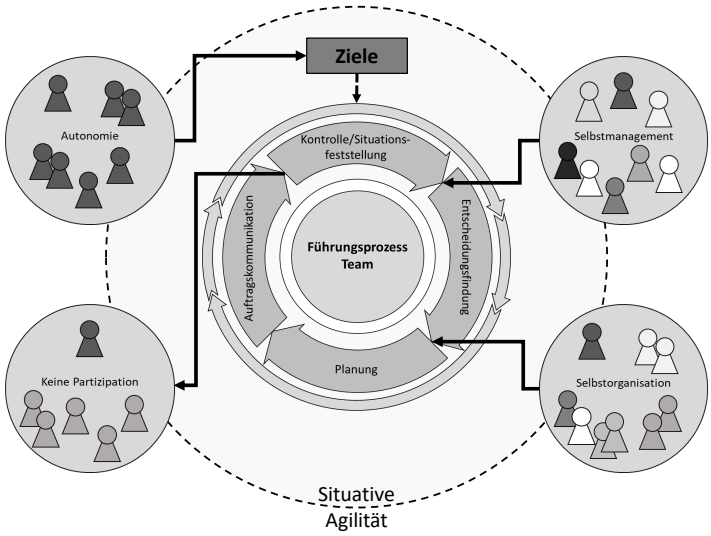


Abbildung 6.4
Schematische Veranschaulichung verschiedener Möglichkeiten zur Partizipation am Führungsprozess; Aus dem Grad/Maß der Agilität lassen sich situations- und kontextspezifische Führungsmodi ableiten. Dies gilt in analoger Weise für Managementprozesse. Die farbliche Gestaltung der Figuren und Teams dient ausschließlich der visuellen Unterscheidung der Modi. Keine Partizipation bedeutet lediglich die Ausführung.

Wie bereits beschrieben, implementieren Organisationen in Abhängigkeit von ihren Zielsetzungen ein unterschiedliches Maß an Agilität (vgl. Ays, 2022, S. 3 f.). In Abhängigkeit weiterer Faktoren (z. B. Zeitkritikalität) kann dieses Maß an Agilität also Auswirkungen auf die Eingriffsmöglichkeiten und abzuleitenden Maßnahmen von Organisationseinheiten haben. Dies ist mit dem Begriff *situative Agilität* in Abbildung 6.4 gemeint.

Wie Abbildung 6.4 illustriert, nehmen Organisationeinheiten (z. B. Teams) ein unterschiedliches Maß an Gestaltungsmög-

lichkeiten im Führungsprozess wahr. Auf Basis zuvor festgelegter Entscheidungsgrundlagen dürfen selbstorganisierte Teams sowohl Planung als auch Umsetzung verantworten. In Abbildung 6.4 ist dies durch einen gerichteten Pfeil zum Teilprozess *Planung* visualisiert. Unabhängig davon agieren selbstorganisierte Teams im Entscheidungsfindungsprozess beratend, um ihre fachliche Expertise einfließen zu lassen. Im Rahmen der Scrum-Anwendung könnte dies die Auswahl der nachfolgend zu entwickelnden Product Backlog Items betreffen. Im Falle einer Beratungsleistung bleibt die Verantwortung unverändert beim Product Owner, welcher für die Product Backlogarbeit verantwortlich ist (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020, S. 6).
Im Gegensatz dazu verfügen autonome Teams über die Möglichkeit, determinierte Ziele zu modifizieren, sofern jene systemisch als tatsächlich autonom gelten. Dies sei in Abbildung 6.4 durch einen Pfeil auf das systemische Ziel gekennzeichnet. Unberührt davon ist die Facette des Rollenschnitts innerhalb autonomer Teams, welche verschiedenartig (z. B. gleichberechtigte kollektive Verantwortungswahrnehmung) ausgeprägt sein können. Die Aufgabenverantwortung innerhalb eines autonomen Teams variiert folglich.
Eine weitere in Abbildung 6.4 skizzierte Möglichkeit stellt die Nicht-Partizipation am Führungsprozess dar, bei der Teammitglieder von einer Führungskraft unmittelbar mit der Ausführung von Arbeitsaufträgen oder Aufgaben beauftragt werden.

Unterschiede zum Militär

Eine derartige Konfiguration ist bisher im Kontext der agilen Produktentwicklung nicht explizit dokumentiert. Gegenteiliges ist sogar der Fall, denn die „Empfehlung“ zur Selbstorganisation (vgl. Beck et al., 2001; Sutherland and Schwaber, 2010, S. 4), zum Selbstmanagement oder zur Autonomie ist üblich (vgl. Moe et al., 2019, S. 6997 f.; Kadenic et al., 2023b, S. 10).
Im militärischen Kontext existieren mannigfaltige Belege (z. B. Erfahrungsberichte aus Einsätzen sowie Erfahrungen, die auch der Autor dieser Arbeit gemacht hat), in denen unterstellte Soldaten (z. B. in der Organisationseinheit Gruppe) nicht in den Führungsprozess einbezogen werden, was dem Scrum Guide (siehe Sutherland and Schwaber (2020)) aber auch dem Mani-

fest der agilen Softwareentwicklung (siehe Beck et al. (2001)) widerspricht. Dieses Phänomen lässt sich mit den spezifischen Rahmenbedingungen militärischer Operationen erklären, in denen Führungsprozesse unter Zeitdruck und lebensbedrohlichen Risiken ablaufen müssen (vgl. Kampfeinsätze oder Gefechtssituationen). Die Wahrung von Initiative und Kohärenz in der Operationsführung sowie das Erfordernis eines schnellen Prozesses zur Umsetzung von Führungsaufgaben, kann die Einbindung von Gruppenmitgliedern (z. B. für Beratungsleistungen) unzweckmäßig werden lassen. Dies folgt jedoch einem Zweck. Ein Interviewpartner artikulierte dies wie folgt:

> *„[...] das ist aber grundsätzlich sehr situationsabhängig. Es gibt kritische Situationen, wo Sie durch Befehl direkt agieren müssen. Wenn wir Zeit haben, nutzen wir die Expertise unseres nachgeordneten Bereichs. Dort lassen wir uns beraten [...]“* (Interview 13)

In Abhängigkeit der Situation können weitere Faktoren wie Stress oder körperliche Belastung, Handlungen zwingend erforderlich machen, sodass anvertraute Soldaten klar angeleitet und geführt werden müssen, um die Auftragserfüllung zu gewährleisten. Mit den Worten eines Interviewpartners:

> *„[...] [Denjenigen] kann ich dann an dieser Stelle nicht mit einem zielbezogenen Auftrag [Bezug Auftragstaktik] führen. Den muss ich dann fast schon in die Stellung hereinbringen. Da geht's natürlich schon ins Detail, auch wenn es natürlich nicht das ist, was wir wollen. Aber auch das findet sich in der Realität der Truppe wieder. Es muss auch nicht immer ein Defizit [Ausbildungs- oder Erziehungsmangel] als solches sein. Es kann ja auch wirklich die starke körperliche Belastung oder gar der Stress sein. In kritischen Situationen kann es passieren, dass der Kopf abschaltet [...] Gerade wenn eine Person nicht mehr führungsfähig ist, gilt es, eine straffe Führung anzuwenden. Das muss man sogar im Sinne des Auftrags und zum Schutz des Soldaten [tun].“* (Interview 22)

Sowohl im erst- als auch zweitreferenzierten Zitat kann die partizipative Beteiligung am Führungsprozess zu kontraproduktiv

ⓘ Beachte: *Dysfunktionales Führungsverhalten* kann oder wird nachteilige Wirkungen entfalten

vem und ineffektivem Verhalten führen. Umgekehrt wird hier beabsichtigtes wirkungsorientiertes Verhalten durch Anleitung, Übersteuerung oder Nicht-Partizipation erreicht. Die der *Auftragstaktik* inhärente Handlungsfreiheit (hier: Handlung im Sinne einer Ausführungstätigkeit) bleibt grundsätzlich unberührt.
Diese Schilderungen der Interviewpartner liefern Hinweise darüber, warum ein theoretisch identisches Element in Abhängigkeit des Kontextes unterschiedliche Ausprägungen annehmen kann. Im Kontext der Produktentwicklung deuten die Ergebnisse von Michalides et al. (2022, S. 13) zum Beispiel daraufhin, dass *„der beobachtete Projekterfolg in einem stark durch Instabilitäten geprägten Umfeld mit dem Grad der Selbstorganisation zunimmt."*
Wie Chen et al. (2015, S. 30) bereits klarstellten, *„ist es jedoch nicht so, dass ein Team in einem hochgradig turbulenten Umfeld umso effektiver ist, je autonomer seine Struktur ist"*, da Teams beispielsweise an die Grenzen ihrer Informationsverarbeitungskapazität gelangen. Insbesondere in nahezu chaotischen Situationen scheint eine direktive Regulation statt autonomer Regulation nützlich, wie am Beispiel militärischer Handlungen skizziert wurde. Im Kontext *agiler Führung* innerhalb von Produktentwicklungsprojekten sind solche Eingriffe möglicherweise jedoch weniger beziehungsweise seltener erforderlich, obgleich auch hier die Handlung an übergeordneten Zielen und am Umfeld gespiegelt werden muss.
Unbedingt zu vermeiden ist, dass berechtigte Selbstständigkeit oder Handlungsfreiheit in willkürliche oder eigenmächtige Entscheidungen mündet (dysfunktionales Verhalten), die den Gesamtzusammenhang des Vorhabens außer Acht lassen (vgl. Schwier, 1999, S. 35), insbesondere dann, wenn die Idee der *Auftragstaktik* in die Produktentwicklung gespiegelt wird.
Die bereits erwähnte konsequente Artikulation und Kommunikation einer Absicht bietet hier die Möglichkeit, die Führungsdurchgängigkeit von Entwicklungsleistungen mittels eines gemeinsamen Verständnisses zu unterstützen, da sich agile Teams in Anlehnung an Drury et al. (2012, S 1248) oftmals auf operative (militärisch: taktische) Aspekte fokussieren und strategische Perspektiven vernachlässigt werden. Die Verknüpfung von Ab-

sichten (oder Variationen) und Handlungssystemen muss daher eine ständige und durchgehende Führungs- beziehungsweise Managementaufgabe sein, da die Absicht einen Rahmen bildet, in dem autonomes Verhalten prosperieren kann.
Autonome Führungsmodi können aus Perspektive des Autors dieser Arbeit jedoch nur dann funktionieren, wenn etwas als gemeinsames Problem betrachtet und Führung nichtdestotrotz wahrnehmbar sowie in geeigneter Art und Weise integriert wird, sodass gerade kein Führungsvakuum, wie in Spiegler (2021, S. 140) geschildert, entsteht. Mögliche Ursache für ein solches Vakuum könnte zum Beispiel Verantwortungsdiffusion sein, welche zu kontraproduktivem Verhalten führt (vgl. Stray et al., 2018, S. 4). Zur Bewältigung entsprechender Herausforderungen bieten formale Konfliktstrukturen eine mögliche Lösungsperspektive (vgl. Stray et al., 2018, S. 4), welche nichtsdestotrotz im Kontext der Organisation ausbalanciert werden müssen.
Obgleich die Beobachtungen im militärischen Umfeld zunächst kontraintuitiv erscheinen und Ablehnung hervorrufen können, liefert der Gesamtzusammenhang plausible Gründe, warum restriktive Anpassungen notwendig sein können. Dieser Umstand findet auch in der Agilitätsforschung Beachtung. Wie aus den Untersuchungen von Gutierrez et al. (2022, S. 19232) zu entnehmen ist, können partiell angewandte *„autoritäre Führungsstile, wenn sie in agilen Teams vorhanden sind, ein niedriges Maß an Autonomie mit einem hohen Maß an Ausrichtung kompensieren."*
Insofern verdeutlichen die gewonnenen Ergebnisse, dass Führungsprozesse mehrere Ansatzpunkte zur Gestaltung bieten, wodurch phänomenologische Unterschiede erklärbar werden. Damit stehen die Befunde, trotz der in extremen Situationen auftretenden Unterschiede, mit den Ausführungen von Hannah et al. (2009), Ramthun and Matkin (2014) sowie Sweeney et al. (2011) im Einklang, in derer zum Beispiel das *„Führen in gefährlichen Situationen als im Grunde genommen dasselbe wie in ungefährlichen Situationen [beschrieben wird], sich jedoch qualitativ davon unterscheidet"* (Sweeney et al., 2011, S. 4).
Deshalb stehen die Ergebnisse wiederum auch nicht im Widerspruch zu einer Beteiligung am Führungsprozess im Kontext des

Empowerments, anderer Modi (z. B. Selbstorganisation) oder anderer Ausgestaltungen von Führung (z. B. Führungskonzepte wie *Geteilte Führung*), wie exemplarisch in den Beiträgen von Sithambaram et al. (2021), Rialti and Filieri (2024), Müller et al. (2018), Meghann and Orla (2013) und Silva-Martinez (2023) beschrieben, da qualitative Anpassungsnotwendigkeiten von den situativen Umweltbedingungen und Zielsetzungen bestimmt werden (vgl. Campanelli and Parreiras, 2015, S. 97).
Dadurch erscheint ferner das im Manifest der agilen Softwareentwicklung postulierte Prinzip der Selbstorganisation (vgl. Beck et al., 2001) in einem neuen Licht, mit der potenziellen Gefahr, überzogen oder gar missinterpretiert zu werden. Obgleich die Grundhaltung zur Selbstorganisation legitim ist, müssen individuelle Führungskonfigurationen stets am Auftrag, den gegebenen Randbedingungen und dem jeweiligen Umfeld ausgerichtet werden. Im Kontext der Mechatronikentwicklung ist es beispielsweise unerlässlich, dass Entscheidungen unter Berücksichtigung bestehender Schnittstellen getroffen werden.
Zusammenfassend lässt sich argumentieren, dass etablierte militärische Führungskonzepte (z. B. in Form der *Auftragstaktik*) unterschiedliche Führungssituationen handhaben und somit als Reflektion in anderen Domänen dienen können. Dies gilt zum Beispiel für bewusste Übersteuerung im Rahmen des Führungsprozesses als auch für die Verantwortungsdelegation von Führungsaufgaben. Die Analyse der Daten legt qualitativ sogar nahe, dass die Einbindung in Führungs- oder Entscheidungsfindungsprozesse zur Akzeptanz führt und daher ein adäquates Mittel zur Zielerreichung ist. In den Worten eines Soldaten:

> *„[…] Dies [Partizipation am Führungsprozess] führte zur Akzeptanz, weil er [militärischer Führer] sich im Rahmen der Entscheidungsfindung das höchste Maß an Informationen einholte, um seine Entscheidungen zu treffen. Auch das macht einen militärischen Führer aus. Ich benötige Informationen, um zweckmäßige Entscheidungen zu treffen. Das ist auch kein Zeichen von Schwäche […]“* (Interview 17)

Daher erscheinen die Übertragung und Dezentralisierung von Entscheidungen in der industriellen Praxis zweckmäßig, obgleich die Entscheidungsfreiheiten in agilen Teams zwischen Unternehmen bisher stark variieren (vgl. Atzberger et al., 2020a, S. 16). Wie in den Beiträgen von Gustavsson et al. (2022), Meier and Kock (2023) und Kahl et al. (2023) umrissen, kann sowohl die Verantwortungsdelegation als auch die Einbindung einen tatsächlich positiven Effekt auf die Motivation der Teammitglieder in Projekten leisten, obgleich auch Gegenteiliges bereits beschrieben worden ist (vgl. Fissalma et al., 2025, S. 863).
Es bleibt zu konstatieren, dass sich die spezifischen Wege und Mittel zur Erreichung organisatorischer Ergebnisse im Kontext agiler Führung zwar nicht vollständig decken, jedoch konzeptionelle Parallelen (z. B. Strukturelemente zur Gestaltung von Führung) zwischen Militär und industrieller Praxis erkennbar sind. Im Spannungsfeld von Führung können die explizierten Erklärungen zur gezielten Gestaltung und Modifikation von agilen Prozessen dienen. Die detaillierte Ausgestaltung konkreter Führungsmittel, wie beispielsweise des Inkrements, bleibt jedoch außerhalb des Betrachtungsrahmens dieser Arbeit.
Im nachfolgenden Abschnitt werden nun weitere Wirkungen der Ergebnisse hinsichtlich der Skalierung und der Organisationsstrukturen diskutiert und eingeordnet.

6.1.5 Skalierung und Organisationsstrukturen

Mit der Etablierung agiler Methoden auf der Teamebene und den damit verknüpften Vorteilen für die Software- und Hardwareentwicklung (vgl. Schuh et al., 2022, S. 376 f.; Schmidt et al., 2018b, S. 2125 f.; Nicklas et al., 2021, S. 11 f.) richtet sich die aktuelle Forschung unter anderem auf die Gestaltung und Implementierung von Skalierungsansätzen (vgl. Carroll et al., 2023, S. 299; van Wessel et al., 2022, S. 1 f.; Dingsøyr et al., 2018, S. 1; Michalides et al., 2023a, S. 1188).
Die Nutzung von Skalierungsframeworks in der agilen Entwicklung mechatronischer Produkte stellt bisher keinen etablierten Standard dar, weshalb die industrielle Praxis zum Beispiel eigene Vorgehensmodelle auf Basis des Scrum-Frameworks etabliert

ⓘ Circa 1/3 der Befragten nutzt SAFe® (Michalides et al., 2023b, S. 1169); (Komus et al., 2020, S. 4)

(vgl. Michalides et al., 2023b, S. 1169).
Die bisherigen Abschnitte des Kapitels 6 fokussieren sich primär auf die Diskussion der Ergebnisse im Kontext des Scrum-Frameworks, obgleich auch Beziehungen auf das organisatorische System erkennbar sind. Dies liegt unter anderem daran, dass das militärische Untersuchungsobjekt bereits einen skalierten Ansatz in sich trägt (vgl. Zusammenarbeit mehrerer Teams/Gruppen). Dies impliziert, dass die verankerten Organisationsstrukturen sowie die damit verbundenen Führungskonzepte ebenfalls hinsichtlich möglicher Analogien untersucht werden können (siehe Abbildung 6.5).

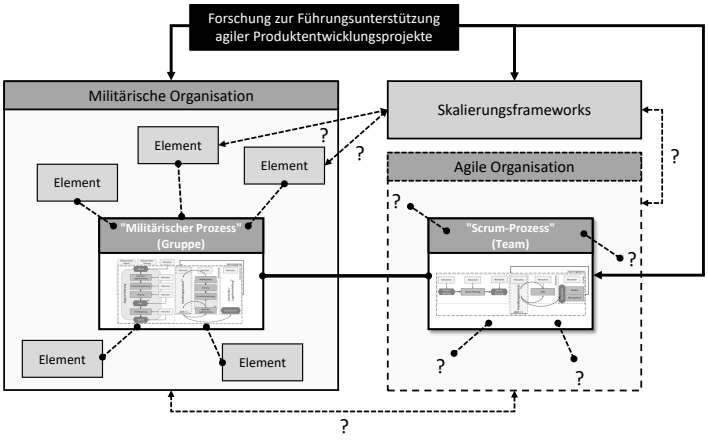


Abbildung 6.5
Schematische Illustration zur weiteren Diskussion von Analogien; Der bisherige Fokus lag auf der Team- beziehungsweise Gruppenebene.

Mit der Zunahme der am Prozess beteiligten Personen, steigt der Bedarf an Führungs- und Managementunterstützung, da zum Beispiel Koordinationsaufgaben zwischen verschiedenen Teams gehandhabt werden müssen (vgl. Moe et al., 2024, S. 54 ff.).
Damit müssen in der Regel weitere Elemente Berücksichtigung finden. Die Fragezeichen in Abbildung 6.5 verdeutlichen insofern, dass die Ergebnisse hinsichtlich der Skalierung interpretiert und mit bereits publizierten Befunden in Verbindung gebracht werden können. Das angereicherte theoretische Verständnis des Scrum-Frameworks (Kapitel 5 und vorherige Abschnitte) dient hierbei als fundamentaler Ausgangspunkt, da sich potenzielle Fehler in der Anwendung Scrums im Kontext der Skalierung fortpflanzen können (vgl. Larman and Vodde,

2019, S. 1; Schwaber and ScrumOrg, 2021, S. 11).

ⓘ Die Ergebnisse behalten grundsätzlich ihre Gültigkeit für andere Organisationsstrukturen

Im Fokus steht die Interpretation für im Grundsatz hierarchisch strukturierte (z. B. Matrixorganisation mit hierarchischen und funktionalen Elementen) Unternehmen, wobei insbesondere die Wirkungen der Artefakte, der Absichtskommunikation sowie der fraktalen Elementarzelle der *Scrum-Modifikation* (siehe Abbildung 5.15) erläutert werden. Rollen- und Teamschnitte im Kontext der Skalierung sowie Change-Prozesse sind nicht Gegenstand des weiteren Diskurses.

Bedeutung und Implikationen der fraktalen Elementarzelle im Allgemeinen und für die Skalierung

Auf Basis der bereits dargelegten Ergebnisse kann Scrum auch als fraktales Element interpretiert werden (vgl. Abschnitt 5.4). Der Terminus des *Fraktals* ist grundsätzlich nicht neu und ist in Anlehnung an Warnecke (1992, S. 142) wie folgt definiert: *„Ein Fraktal ist eine selbständig agierende Unternehmenseinheit, deren Ziele und Leistung eindeutig beschreibbar sind."*

Fraktale gelten als selbstähnlich und sind auf ein Zielsystem widerspruchsfrei fokussiert, dessen Gesamtziel sich aus den Teilzielen der Fraktale ergibt (Warnecke, 1992, S. 143).

Im Kontext dieser Arbeit lässt sich die Idee des Fraktals auf das *Basismodell* beziehungsweise auf die *Scrum-Modifikation* übertragen. Die Modellierung mittels Fraktalen lässt sich somit auf Unternehmens-, Team- sowie auf individueller (im Sinne der Selbstführung) Ebene widerspruchsfrei anwenden. Dadurch ist die Elementarzelle Scrums ebenso skalierungsrobust und kontextuell konfigurierbar wie ein Fraktal.

Die theoretische Aufarbeitung dessen wirkt sich sowohl auf die Gestaltung traditioneller als auch agiler Produktentwicklungsprojekte aus, da die Grundlogik des Fraktals im Sinne einer Kopplung aus Führungs-, Management-, und Handlungsprozessen beiden Prozessvarianten inhärent ist. Aus methodischer Perspektive ist eine präskriptive Prozessmodellbeschreibung (wie z. B. Pahl-Beitz Modell vgl. Wynn and Clarkson (2017, S. 173)) folglich ein spezieller Anwendungsfall einer allgemeingültigeren Prozessbeschreibung im Sinne von Grundentitäten (z. B. Führungs- und Handlungsprozess). Am Beispiel von Scrum formuliert: Werden dem Scrum-Prozess alle Product Backlog Items bereits zu Beginn zugeführt und diese im Sinne einer priori-

sierten Entwicklungsabfolge konkretisiert, fixiert und geplant, so kann daraus ein beliebiges „traditionelles“ Prozessmodell präskriptiver Natur abgeleitet werden. In diesem Fall impliziert dies, dass die initiale Planungsdauer überproportional viel Zeit im Vergleich zum eigentlichen Handlungsprozess (z. B. Teilprozess des Konzipierens) in Anspruch nimmt. Nichtsdestotrotz bleiben die konstituierenden Elemente im Sinne der Selbstähnlichkeit unverändert erhalten, prägen sich jedoch in Folge von Planungsstabilitäten (zeitlicher Faktor) anders aus. Diese Interpretation stützt daher die Argumente und Ergebnisse wie sie in Albers et al. (2019b), Ays (2022) und Koppenhagen et al. (2024) publiziert sind, da die kontextuellen Faktoren die Gestaltung der elementaren Strukturelemente beeinflussen (vgl. Basismodell oder Elementarzelle). Mittels dieser Implikation ist der Übergang von agilen und traditionellen Prozessen auch als Kontinuum interpretier- und begreifbar. Diese neu herausgearbeitete methodische Perspektive erweitert insofern die Beiträge von Rößler and Gericke (2022), Ciric Lalic et al. (2022) und Lichtenthaler (2020), da die Ansätze nun nicht mehr zwingend als kategoriell voneinander abgrenzt betrachtet werden müssen.

Ein ähnlicher methodischer Zusammenhang ist bereits von Weiss et al. (2024) für das *Controlling und Monitoring* von agil und traditionell gemanagten Produktentwicklungsprojekten dokumentiert, wobei die für Stage-Gate Ansätze genutzte Meilensteintrendanalyse für agile Projekte in Form einer Inkrementdriftanalyse nutzbar gemacht wird.

Bei genauerer Betrachtung dieser Implikation lässt sich in der deutschen Übersetzung des verwendeten Begriffs *plan-driven* (vgl. z. B. Huemann and Turner, 2024, S. 295 f.; Weichbrodt et al., 2022, S. 103 f.), als Klassifizierung für traditionelle Prozesse, eine weitere Ambiguität auflösen. Die in der wissenschaftlichen Literatur verwendete Übersetzung *plangetrieben* (vgl. z. B. Ays, 2022, S. 27 f.; Schmidt, 2019, S. VI) des englischen Begriffs *plan-driven* ist in der bisherigen Verwendung nicht hinreichend präzise erfasst. Denn wie sich anhand der Elementarzelle zeigen lässt, werden sowohl agile als auch herkömmliche Prozessmodelle durch Planung (voran-)*getrieben*. Die *Aufgabengebundenheit*

und die *Planungsfrequenz* sind jedoch unterschiedlich (z. B. auf Grund von Umweltbedingungen).
Um die semantische Abgrenzung zwischen agilen und herkömmlichen Prozessmodellen zu präzisieren, wird daher die Verwendung des Begriffs *plangebunden* für die traditionellen Prozessmodelle vorgeschlagen, da das abgeleitete Vorgehen traditioneller Prozesse aus der Anforderungs- und Aufgabenfixierung und der damit einhergehenden *Gebundenheit* resultiert. Anders formuliert sind die gesamtheitlichen Aufgabenpakete in der Regel effizient aufeinander abgestimmt und werden daher auch miteinander verkettet, sodass sich die *Bindung* an einen bereits konkretisierten Plan, positiv auf die Wirtschaftlichkeit auswirkt, was insbesondere dann unternehmerisch sinnvoll ist, wenn eine hohe Planungsstabilität gegeben ist.
Hinsichtlich struktureller Anpassungen im Sinne der Skalierung, in denen oft eine Balance zwischen notwendiger Struktur und Autonomie hergestellt werden muss (vgl. Moe et al., 2021, S. 2; van Wessel et al., 2022, S. 12; Linse and Lilliesköld, 2025, S. 2 f.), lassen sich weitere Folgerungen theoretisch ableiten.
Wie in den Ergebnissen bereits skizziert wurde (siehe Abschnitt 5.4), kann die Elementarzelle Scrums in mehreren Dimensionen mit sich selbst verknüpft werden. Insbesondere bei der Betrachtung vertikaler Führungs- und Managementebenen (z. B. im Sinne einer hierarchischen Organisationsstruktur) lassen sich die Strukturelemente beziehungsweise die Elementarzellen in publizierten Skalierungsframeworks (vgl. SAFe® oder Scrum of Scrums) wiederfinden. Der Unterschied in der Ausprägung zwischen den verschiedenen Ebenen (manchmal auch Flight Levels genannt) liegt darin, dass Handlungsprozesse im Sinne von Führungs- und Managementtätigkeiten zunehmend an Bedeutung gewinnen, da zum Beispiel Business Owner in der Regel nicht mehr unmittelbar an der Entwicklung beteiligt sind.
Im Kontext des Scaled Agile Frameworks werden neben der unterschiedlichen Gestaltung der Elementarzelle zusätzlich weitere Konzernfunktionen im Sinne der Systementwicklung berücksichtigt, obgleich nicht alle Verbindungen zu anderen Organisationsfunktionen hinterlegt sind (z. B. Einkauf). Anhand bereits

publizierter Skalierungsframeworks lässt sich daher die Skalierungsrobustheit der Elementarzelle theoretisch nachweisen, indem das Basismodell über die verschiedenen Ebenen hinweg identifiziert werden kann. Obgleich diese neu offengelegte Beziehung hilfreich in der Gestaltung eigener Vorgehensmodelle sein kann, müssen in Anlehnung an Atzberger and Dethloff (2023, S. 3403) und Linse and Lilliesköld (2025, S. 7 f.) jedoch oftmals weitere zentrale Konzernfunktionen operativ bereitgestellt oder berücksichtigt werden, um Redundanzen zu vermeiden und Effizienzpotentiale auszuschöpfen. Demgemäß ist es für Unternehmen von immenser Bedeutung, adäquate Gleichgewichte zwischen Zentralität und Dezentralität zu gestalten, um die mit dem Wachstum von Organisationen einhergehende Komplexität auszubalancieren und wo möglich zu vermeiden.

Im Rahmen einer weitergehenden Betrachtung des zuvor dargestellten Sachverhalts lässt sich eine zentrale Erkenntnis ableiten, die insbesondere in der wissenschaftlichen Literatur ambivalent behandelt und diskutiert wird.

Kritische Analyse und Dekonstruktion der *flachen Hierarchien*

Denn erst durch die Konzeptualisierung der Basismodelle, gespiegelt an dem Kontext der Skalierung, lässt sich mittels Analogiebildung eine verborgen gebliebene, wenn auch im Themenfeld der Agilität nicht richtig eingeordnete, dennoch erwartbare Folgerung ziehen: Führungsgestaltung (im Sinne des wahrnehmbaren Führungsverhaltens) und Organisationsstrukturen müssen zwingend getrennt voneinander betrachtet werden, um eine angemessene Ausbalancierung innerhalb organisatorischer Handlungssysteme zu ermöglichen.

Diese Schlussfolgerung resultiert aus zwei bereits formulierten Erkenntnissen. Zum einen können Führungsprozesse unabhängig von der Einbettung in Organisationsstrukturen variabel gestaltet werden (vgl. bereits erörterte Eingriffs- und Gestaltungsmöglichkeiten von Führungsprozessen), sodass die wahrnehmbare Führung trotz Einbettung in unterschiedliche Organisationsstrukturen in einem Analyseelement (z. B. Team) identisch sein kann. Zum anderen kann das Verhalten einzelner Organisationseinheiten bei zahlenmäßig gering ausgeprägten Führungsebenen dennoch dysfunktional sein, da menschliches Verhalten

selbst unter strukturell mutmaßlich optimalen Bedingungen nicht reduktionistisch ableitbar ist.
Damit verstetigt dieser Befund eine theoretisch naheliegende Annahme, die jedoch bislang empirisch kaum explizit überprüft, theoretisch eingeordnet oder kommuniziert wurde.
Zur vereinfachten Verdeutlichung dient Abbildung 6.6.

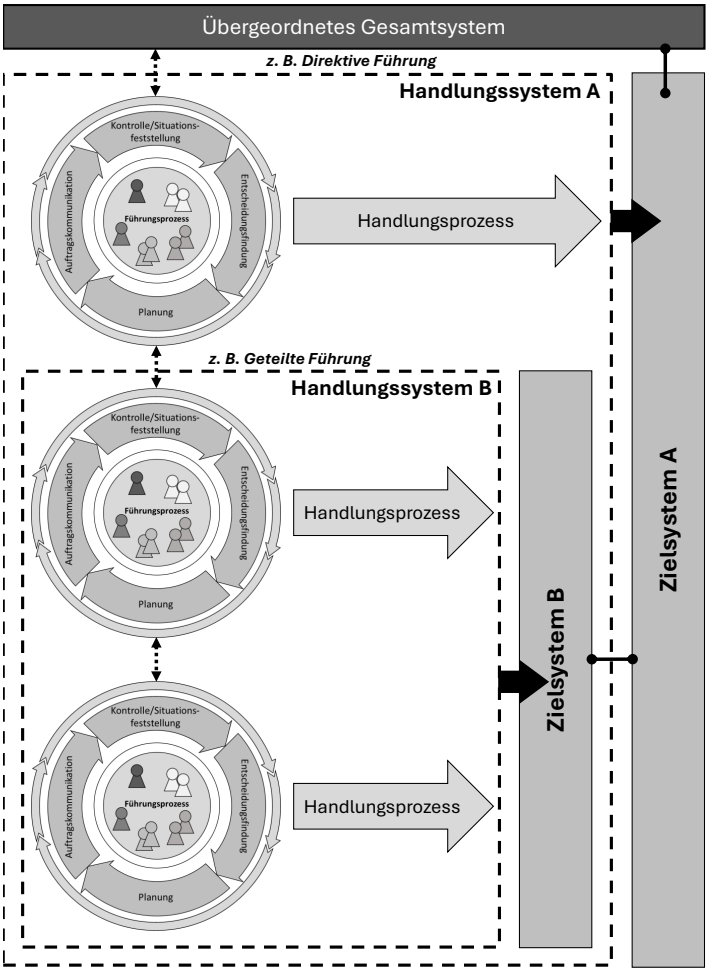


Abbildung 6.6
Vereinfachte Darstellung zur Veranschaulichung des Unterschieds zwischen angewandter Führungspraxis und Organisationsstruktur am Beispiel eines hierarchisch organisierten Unternehmens; Die Eingriffs- und Gestaltungsmöglichkeiten bei der Ausübung von Führung differieren in den jeweiligen Handlungssystemen. Alternativ hätte auch die mehrere Elementarzellen dargestellt werden können (vgl. Abbildung 5.15), da der inhaltliche Sachverhalt analog ist.

In Abbildung 6.6 sind exemplarisch zwei verschiedene Handlungssysteme im Rahmen einer hierarchischen Organisations-

struktur gekoppelt. Wie in Abbildung 6.6 ebenfalls ersichtlich, sind die Zielsysteme der Organisationseinheiten miteinander logisch verknüpft, wobei die Zielsysteme in Anlehnung an Bursac (2016, S. 22) über das Handlungssystem realisiert werden, sodass zum Beispiel beabsichtigte Produktartefakte wie zum Beispiel Inkremente (Objektsystem) entstehen können.
Innerhalb der Abbildung 6.6 wird deutlich, dass die miteinander gekoppelten Führungsebenen im Kontext ihres definierten Handlungssystems verschiedene Führungsmodi zur Anwendung bringen können. So könnte zum Beispiel eine Führungskraft A des Handlungssystems A seine nachgeordneten Mitarbeiter (Führungskräfte B) direktiv führen. Die Führungskräfte B des Handlungssystems B üben hingegen eine andere Form der Führung aus, beispielsweise im Sinne des Konzepts der geteilten Führung. Dies zum Beispiel unter der Prämisse, dass alle Führungskräfte gleichermaßen bestrebt sind, ein gemeinsames Zielsystem erreichen zu wollen.
Spiegelt man dies am militärischen System, erhält der Begriff der Handlungsfreiheit (im Sinne der Auftragstaktik) in Bezug auf Handlungssysteme zur Verwirklichung von Zielen beziehungsweise Absichten eine neue gestalterische Perspektive für Produktentwicklungsprojekte. Unabhängig von gewählten Organisationsstrukturen können aus theoretischer Sicht jegliche Modi von Führung existieren. Damit zielt der vorliegende Beitrag jedoch nicht darauf ab, Forschungsbemühungen zu alternativen Organisationsformen zu unterdrücken, stellt aber klar, dass hierarchische Organisationsstrukturen per se nicht dem Konzept der Agilität widersprechen. Dies unter der Voraussetzung, dass zwei adäquate und *faire* Systeme miteinander verglichen werden (z. B. Konzern C gegenüber Konzern C*). Daher ist es wichtig, eine hierarchisch strukturierte Arbeitsteilung nicht mit dysfunktionalen Führungsverhalten gleichzusetzen.
Auf Grundlage dieser theoretisch hergeleiteten Schlussfolgerung müssen Argumente differenziert beurteilt werden, wie *"Dementsprechend sind agile Organisationsstrukturen im Wesentlichen durch flache Hierarchien gekennzeichnet"* (Heimicke et al., 2020, S. 6) oder *"Wir gehen davon aus, dass die Interaktion auf Augenhöhe*

nicht-hierarchische Räume schafft, die wichtig sind, um offen miteinander zu sprechen, neue Ideen vorzuschlagen und jedem Teammitglied die Möglichkeit zu geben, Verantwortung zu übernehmen" (Spiegler et al., 2021, S. 40) oder *„Feste Strukturen, etablierte Denkmuster und strenge Hierarchien mit Befehls- und Kontrollmechanismen stellen ein großes Hindernis für agile Arbeitsweisen dar"* (Kuchel et al., 2023, S. 1022). Im gegenwärtigen Diskurs ist die Unterscheidung von Strukturen und Führung nicht trennscharf herausgearbeitet, was zur Verwirrung oder Fehlschlüssen in der praktischen Anwendung führen kann. Wie Spiegler et al. (2021, S. 40) inhärent impliziert, setzt eine hierarchische Position nämlich automatisch das „Nicht-Kommunizieren" auf Augenhöhe voraus, was schlussendlich nicht korrekt ist. Denn die Idee und Funktion der Hierarchie liegt im Prinzip der Arbeitsteilung zur Erreichung gemeinsamer Ziele (vgl. Ropohl, 2009, S. 136). Natürlich kann es in Anlehnung an Simon (1996, S. 42 f.) vorkommen, dass unter Bedingungen der Unsicherheit soziale Systeme eher dazu tendieren, ihre Entscheidungen eher über die Hierarchie (z. B. Manager) zu fundieren, nichtsdestotrotz ist dies keine aus der Theorie ableitbare Regel oder gar ein Automatismus. *„Je nach Struktur der Organisation kann es [zwar] zu erheblichen Verzögerungen bei der Weiterleitung von Informationen an die obersten Führungskräfte kommen, während gleichzeitig die Reichhaltigkeit und Unmittelbarkeit der Quellinformationen verloren gehen [können]"* (Tallon et al., 2019, S. 226), nichtsdestotrotz kann die theoretisch fundierte Gestaltung von Führung hier unterstützend wirken, insbesondere dann, wenn man sich dieser Beziehung bewusst ist.

Daher sind die Begrifflichkeiten der hierarchischen Führung (vgl. Huemann and Turner, 2024, S 370) oder der flachen Hierarchien als gemeinte Gestaltung von Führung (vgl. Meier and Kock, 2022, S. 3477; Heimicke et al., 2020, S. 6) aus Perspektive des Autors der vorliegenden Arbeit ungeeignet, da sie die konzeptionelle Trennung von Führung und Struktur relativieren.

Artefakte als *Boundary-Objects*/Grenzobjekte

Zur strukturellen Kopplung der einzelnen Führungs- und Managementebenen kommt Artefakten daher im Sinne von Grenzobjekten eine wichtige Bedeutung zu, da sie in Anlehnung an Schrof (2023, S. 127) als teamübergreifender Koordinationsmechanis-

mus dienen, in dem relevante Aufgaben zugeordnet werden. Die Notwendigkeit dieser Artefakte sind für die hierarchischen Abhängigkeiten der Automobilentwicklung dokumentiert, da komplexe Systeme über diese Abhängigkeiten (z. B. Schnittstellenmanagement zwischen agilen Teams mittels *Multiteam-Backlogs*) zerlegt werden (vgl. Schrof, 2023, S. 126). Sowohl im Rahmen der Fallstudien als auch im militärischen Untersuchungsobjekt wird deutlich, dass jene Artefakte die Möglichkeit bieten, subsidiäre Handlungssysteme zweckdienlich zu entkoppeln, da die selektive Informationsweitergabe entscheidend ist, um die entsprechenden Organisationseinheiten nicht zu „überlasten". Im Umkehrschluss impliziert dies jedoch auch, dass erzeugte Artefakte Resultate von Führungs- und Managementprozessen sind und folglich auch potenzielle Fehlerquellen darstellen können. Die vorliegende Arbeit demonstriert anhand der Befehlsarbeit und der Auftragstaktik das theoretisch angewandte Subsidiaritätsprinzip, wie es in analoger Weise bereits in früheren Studien dokumentiert worden ist. Als Ergänzung zu den durch diese Arbeit erzeugten Ergebnissen muss jedoch erwähnt sein, dass weitere Artefakte (z. B. *Agile Release Roadmaps* (Plan für Releases), *Use Scenarios* (Nutzungsszenarien) oder System Architekturen) im Kontext der Skalierung notwendig sein können, da sich potenzielle Abhängigkeiten potenzieren und dementsprechend für steigende Komplexität und wahrnehmbare Unsicherheit sorgen. Ein Use Scenario beschreibt im Wesentlichen einen Kontext in dem zum Beispiel ein Produkt zur Anwendung gebracht werden soll (vgl. Ottosson, 2019, S. 149). Demgemäß ist es nicht unwichtig, ob eine exemplarisch zu entwickelnde Kamera im Kontext eines Segelboot-Wettbewerbs oder in einer Wüstenumgebung eingesetzt werden soll, wodurch solche Nutzungsszenarien Entwicklern weitere Rahmenbedingungen oder gar Anforderungen zur Verfügung stellen.

Eine *Product* oder *Release Roadmap* kommuniziert in Anlehnung an Rubin (2012, S. 260) *„die schrittweise Art und Weise, wie das Produkt im Laufe der Zeit entwickelt und bereitgestellt wird, sowie die wichtigen Faktoren, die jede einzelne Version bestimmen."*

Beispielhafte Faktoren sind etwa die Planungsunsicherheit (Pla-

nungsinstabilität) oder die Priorität, mit der eine Funktionalität beziehungsweise ein anderer Aspekt realisiert werden muss. Unter Berücksichtigung der Faktoren Planungsunsicherheit und Priorität kann eine *Agile Release Roadmap* exemplarisch, wie in Abbildung 6.7 illustriert, genutzt werden.

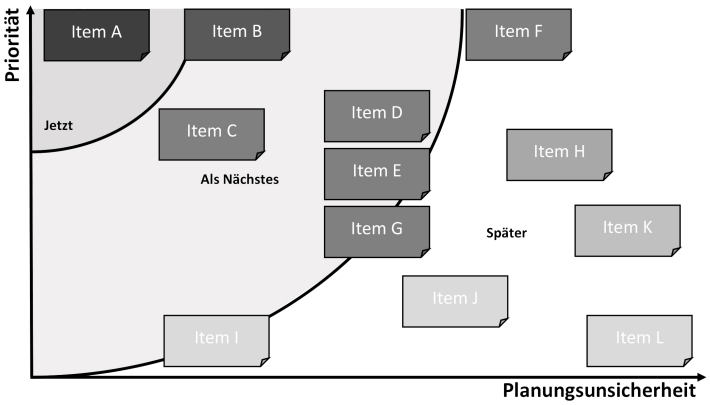


Abbildung 6.7
Exemplarische Darstellung einer *Agile Release Roadmap*, die als visuelle Planungsgrundlage zur zeitlichen Einordnung verschiedener Entwicklungsobjekte (z. B. Product Backlog Items) dient

Wie in Abbildung 6.7 visualisiert, lassen sich beliebige Entwicklungsobjekte (z. B. Items) in Abhängigkeit ihrer Planungsreife in einer *Agile Release Roadmap* einordnen. Ferner können diese Entwicklungsobjekte verschiedenen agilen Teams zugeordnet werden (in Abbildung 6.7 nicht dargestellt), sodass jenes Artefakt als systemischer Koordinationsmechanismus dient.
Zusammenfassend sind skizzierte *Boundary-Objects* für die Zusammenarbeit mehrerer agiler Teams wichtig, da sie den Austausch systemrelevanter Informationen ermöglichen, die im Sinne jenes Gesamtsystems von Bedeutung und nur in Form einer ausgestalteten Arbeitsteilung effizient realisierbar sind. Zu beachten ist jedoch, dass sich die agile Produktentwicklung unter Berücksichtigung eines VUCA-geprägten Zielsystems nicht an zuvor determinierten Systemarchitekturen orientieren darf, sondern vielmehr an den konkret identifizierten kritischen Problemen des Projekts (vgl. Drutchas and Eppinger, 2023, S. 478 f.), da auch hier die reflektierte Orientierung am Auftrag die unveränderte Handlungsmaxime darstellt. Dies kann folglich auch Auswirkungen auf die Organisationsstruktur im Sinne des *Conways Law* haben (vgl. Schmidt, 2019, S. 89 f.). Es sei daher noch-

mals explizit niedergeschrieben, dass der Autor der vorliegenden Arbeit alternative Organisationsformen nicht ablehnt, sondern diese aus Perspektive ihrer relativen Zweckmäßigkeit zur jeweiligen Alternative betrachtet.

Agile Führung durch Absichtskommunikation im Kontext der Skalierung

Unabhängig von der in einem spezifischen Umfeld etablierten Organisationsform wird abschließend die systematische Nutzung und Bedeutung des Elements der Absicht im Kontext der Skalierung diskutiert. Unter Berücksichtigung der vorangegangenen Erläuterungen zur Bedeutung der Absicht als lokaler Moderator der Handlungsfreiheit bezüglich zu erreichender Ziele (vgl. VUCA-geprägtes Zielsystem), dient die systematische Nutzung dieser Absicht aus globaler Perspektive im Kontext der Kollaboration mehrerer agiler Teams der Kohärenz von Organisationszielen zur subsidiären Ermächtigung von Handlungssystemen und ist somit ein Element effektiver beziehungsweise agiler Führung. Dies steht im weitesten Sinne auch im Einklang mit der Proposition von Sweetman and Conboy (2018, S. 29), in der beispielsweise die Bedeutung der Zweckkommunikation bei der Kopplung von agilen Portfolios und Projekten hervorgehoben wird. Wie in Kahl et al. (2023, S. 538) aus Sicht des Autors dieser Arbeit zutreffend dargestellt wird, müssen jedoch Subsidiaritätsprinzipien und Freiheiten der Handlungssysteme geschützt und gewahrt werden, da anderenfalls die wahrnehmbare Agilität mitigiert werden kann. Dieses im militärischen Kontext etablierte Konzept bietet insofern die Möglichkeit, die Erhöhung der Team-Autonomie bei gleichzeitiger Gewährleistung der Führung durch Organisationsabsichten zu fördern, was im Einklang mit den Ergebnissen von Kahl et al. (2023, S. 540 ff.) und Gustavsson et al. (2022, S. 39 ff) steht. Eine Vision, interpretiert als strategisch-abgeleitete Absicht, wird in Veröffentlichungen bereits als zentraler Erfolgsfaktor für den Umgang mit agilen Methoden im Kontext der Skalierung betrachtet (vgl. Edison et al., 2022, S. 16), was durch diese Dissertationsschrift gestützt wird. Daher lässt sich für das Management agiler Produktentwicklungsprojekte hypothetisch ableiten, dass die kontinuierliche Nutzung von Absichten über Führungsebenen hinweg einen positiven Effekt auf die Handlungsfreiheit der Handlungssysteme

unter VUCA-Umgebungen sowie auf den Projekterfolg haben wird. Damit kann das von Porkodi (2024, S. 132) vorgeschlagene Modell erweitert beziehungsweise hinsichtlich des Projektmanagements konkretisiert werden. Ferner liefert die aus dieser Arbeit abgeleitete Beziehung einen Beitrag zu grundsätzlich in Frage gestellten Führungsmodellen, da insbesondere in instabileren Umgebungen dysfunktionale Zielkommunikation in Verbindung mit vorhandenen Organisationsstrukturen blockierend wirken können (vgl. Theobald et al., 2020, S. 33).

Zusammenfassung

Zusammenfassend helfen die in dieser Arbeit explizierten Erläuterungen und Interpretationen im Kontext der Skalierung dabei, Probleme und Herausforderungen wie sie in Moe et al. (2024, S. 56 ff.) dokumentiert sind, zu bewältigen, indem sie beispielsweise die Absichtskommunikation bei der Ausrichtung und Synchronisierung der Teams auf gemeinsame Ziele unterstützen. Ferner bietet die theoretisch fundierte, abgeleitete Entkopplung von Führungsverhalten und Struktur die Möglichkeit, mangelndes Engagement der obersten Führungsebene zu mitigieren (z. B. Angst vor negativen Konsequenzen (vgl. Atzberger et al., 2020a, S. 19)), indem konkrete und argumentative Lösungs- und Erklärungsperspektiven aufgezeigt werden. Die Wichtigkeit von Artefakten als Koordinationsmechanismus gekoppelt an die Kommunikation durchgängiger Absichten haben das Potenzial Herausforderungen, wie etwa die unklare Zielkommunikation, zu reduzieren (vgl. Moe et al., 2024, S. 60; Atzberger et al., 2020a, S. 19).

Die in diesem Unterkapitel diskutierten Ergebnisse verdeutlichen, weshalb bestimmte abstrahierte Elemente im Rahmen der Scrum-Modifikation präzisiert und integriert wurden. Im Zuge der deskriptiven Studie II wurde dieses, aus der wissenschaftlichen Forschung extrahierte Ergebnisartefakt, mittels Validierungszyklus überprüft und ergänzt, indem Teilnehmende das entwickelte Modell sowie deren Implikationen bewerteten und kommentierten. Das nachfolgende Unterkapitel widmet sich der Interpretation und Einordnung der Validierungsergebnisse sowie der inhaltlichen Kommentare der Teilnehmenden.

6.2 Interpretation der Validierungsergebnisse

Wie in Kapitel 4 erläutert, erfordert die wissenschaftliche Forschungspraxis ein verantwortungsvolles und rigides Vorgehen. Dies schließt die Überprüfung und Absicherung der extrahierten Ergebnisse mit ein. Zur initialen Überprüfung der *Scrum-Modifikation* (vgl. Abbildung 5.15) wurde ein quantitativer Ansatz gewählt, der auf einer qualitativen Stichprobe aus zwei unterschiedlichen Fallstudien basiert (siehe Abschnitt 4.2.4). Insofern bietet das gewählte Validierungskonzept eine erste evidenzbasierte Bestätigung der Nützlichkeit beziehungsweise Vertrauenswürdigkeit der erzielten Ergebnisse. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Fallbeispiele zunächst unabhängig voneinander diskutiert, ehe eine Synthese erfolgt.

Fallbeispiel A
Automobilindustrie

Wie bereits im Ergebnisteil skizziert, haben die Teilnehmer des Fallbeispiels A (Fallstudie A) das Ergebnisartefakt überwiegend positiv bewertet (vgl. Tabelle 5.4). Diese Bewertung spiegelt sich in den Ergebnissen zur Überprüfung der Nützlichkeit des Ergebnisartefakts (*Frage Nr. 01 - Frage Nr. 04*) wider, aus denen sich entnehmen lässt, dass die Teilnehmenden das Artefakt als sehr nützlich beurteilen. Ein Erklärungsgrund ist, dass die Scrum-Modifikation durch einen militärischen, dennoch generischen Führungsprozess präzisiert wird und die Absicht als konzeptualisiertes Führungselement intuitiv nachvollzogen werden kann. Nichtsdestotrotz gaben einige Teilnehmer an, dass sie der *Frage Nr. 2* nicht völlig zustimmen können, weil das Modell als solches keine weiterführenden Erklärungen unmittelbar transportiert. Diese inhaltlichen Erläuterungen erfolgten lediglich im Rahmen eines Workshops. Daher sprachen sich sowohl ein Product Owner als auch ein Co-Project Manager dafür aus, dass Modell um konkrete Handlungsempfehlungen und Praktiken zur Nutzung zu ergänzen. Darüber hinaus wurde angemerkt, dass die Anwendung von zusätzlichen Erklärungsbeispielen profitieren wird, um das theoretische Verständnis schneller zugänglich zu machen. Dies reflektiert im Wesentlichen auch den Abstraktionsgrad der Ergebnisse dieser Dissertationsschrift, da sich diese Ergebnisse grundsätzlich auch auf andere Domänen übertragen lassen. Dies ist dadurch begründet, dass die Scrum-Modifikation

nicht den domänenspezifischen Handlungsprozess, sondern die Führungs- und Managementprozesse in den Mittelpunkt stellt. Im Einklang damit wurde querschnittlich positiv erwähnt, dass insbesondere die Ableitung aus einem militärischen Kontext spannend und gewinnbringend ist, was den Neuigkeitsgrad dieser konkreten Analogiebildung stützt. Ein anderer Product Owner erkannte zu dem an, dass eine theoretische Grundlage geschaffen wird, die fundiert erklären kann, warum etwas kontextuell hinsichtlich Führung funktioniert beziehungsweise nicht funktioniert. In diesem Zusammenhang äußerte ein weiterer Teilnehmer eine Wertschätzung dafür, dass der Grad an Transparenz im Kontext dieses Modells für alle Projektmitglieder steigt. Dies liefert insofern Hinweise darauf, dass die Relevanz und Übertragbarkeit führungstheoretischer Ansätze anderer Domänen einen positiven Einfluss auf das Forschungsfeld der Produktentwicklung haben.

Die interne und externe Konsistenz (*Frage Nr. 05 - Frage Nr. 08*) wurde in diesem Sinne auch als gegeben betrachtet, wobei insbesondere die Separierung von Führungsverhalten und Struktur als neue und schlüssige Erkenntnis betrachtet wird. Die Befunde zur internen und externen Konsistenz weisen folglich auf die methodische Rigorosität sowie die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit hin.

Bezüglich der Validierungskriterien Einfachheit, Zweck und Umfang des Ergebnisartefakts (*Frage Nr. 10 - Frage Nr. 11*) zeigt sich, dass der vorliegende Beitrag nicht verkompliziert, sondern vielmehr tiefergehende Einblicke in Führungsaspekte ermöglicht, was im Sinne einer Führungsunterstützung durch den Autor der vorliegenden Arbeit intendiert ist.

Aus wissenschaftlicher Perspektive ist im Kontext des Fallbeispiels A auffällig, dass sich hinsichtlich der Fruchtbarkeit des Ergebnisartefakts (*Frage Nr. 12*) eine heterogene Verteilung der Antworten zeigt, die folglich keine eindeutige Tendenz erkennen lässt. Eine mögliche Erklärung für diese Heterogenität liegt darin, dass die Ableitung weiterer Forschungsfragen von einer jeweils unterschiedlichen persönlichen Relevanz abhängig ist. Ferner könnten auch unterschiedlich wahrgenommene Invol-

viertheit oder ein fachlich differierender Hintergrund eine Rolle bei der Bewertung gespielt haben.
Insgesamt tragen die Beiträge und Rückmeldungen der Teilnehmenden des Fallbeispiels A dazu bei, das Ergebnisartefakt kritisch zu reflektieren. Ferner eröffnen sie mögliche Perspektiven zur inhaltlichen Weiterentwicklung (z. B. Ableitung von konkreten Praktiken). Der Autor betont jedoch, dass konkrete Praktiken missverstanden und folglich abgelehnt werden können, wenn das zugrundeliegende theoretische Fundament vernachlässigt oder ausgeblendet wird.

Fallbeispiel B
Maschinenbau
Fluidtechnik

Ein etwas differenzierteres jedoch ähnliches Bild ergibt sich bei der Interpretation der Ergebnisse des Fallbeispiels B (vgl. Tabelle 5.5), dessen Teilnehmende überwiegend über viel Erfahrung im Bereich der Agilität verfügen (vgl. Tabelle 4.5 gegenüber publizierten Forschungsergebnissen im Kontext der Hardwareentwicklung (vgl. Ovesen and Sommer, 2015; Schmidt and Paetzold, 2016; Schmidt et al., 2018a).
Auffällig ist, dass die Bewertungen zwar tendenziell positiv ausfallen, jedoch eine Tendenz in Richtung des mittleren Skalenwerts (trifft teils-teils zu) erkennbar ist. Dies zeigt sich insbesondere unter Berücksichtigung der Standardabweichung und der Konfidenzintervalle der Tabelle 5.5. Die Tendenz ist ein Indiz dafür, dass diese Stichprobe möglicherweise von dem sogenannten *Central Tendency Bias* betroffen ist, durch den Teilnehmende grundsätzlich extreme Positionen (hier in Gestalt des Skalenwerts 1 (trifft gar nicht zu) und des Skalenwerts 5 (trifft völlig zu)) vermeiden (vgl. Gracyalny, 2017, S. 1556). Die *Frage Nr. 01*, *Frage Nr. 09*, *Frage Nr. 10*, *Frage Nr. 11* und *Frage Nr. 13* könnten hiervon unter Berücksichtigung der Analyse der einzelnen Antworten der Teilnehmenden betroffen sein (siehe Anhang A.8).
Hinsichtlich der Nützlichkeit des Ergebnisartefakts demonstrieren die Bewertungen der Teilnehmer des Fallbeispiels B, dass die Absichtskommunikation (*Frage Nr. 04*) als sehr nützlich befunden wird. Wie ein Entwicklungsleiter und ein Scrum Master hervorhoben, unterstützt die Absichtskommunikation bei der Fokussierung von Entwicklungsaufgaben.
Ferner deuten die Bewertungen zur internen und externen Kon-

sistenz (*Frage Nr. 05 - Frage Nr. 08*) sowohl auf eine weitgehende Einigkeit der Teilnehmenden hin als auch auf die Stringenz dieses Beitrags. Dies impliziert, dass die theoretisch fundierten Erkenntnisse tatsächlich dem Anwendungswissen der Teilnehmer entsprechen, was insbesondere unter Berücksichtigung der Erfahrungswerte der Teilnehmer als positiv beurteilt wird. Dennoch wird seitens der Teilnehmer darauf verwiesen, dass das Modell ohne weitere Erklärungshorizonte nicht ausreicht, um dessen Nutzen zu entfalten. Wie ein Scrum Master schilderte, birgt dieses Modell stillschweigendes Wissen, was im Rahmen des Workshops zwar vermittelt wurde, jedoch im Modell nicht sofort erkenntlich ist. Daher muss dieses Wissen in geeigneter Art und Weise verstetigt und zugänglich gemacht werden. Dies unterstreicht aus Perspektive des Autors der vorliegenden Arbeit die Notwendigkeit, Beschreibungen und Erklärungen in Form eines Leitfadens bereitzustellen. Im Rahmen des initialen Validierungszyklus und des damit einhergehenden Validierungskonzepts war dies zum Zeitpunkt des Forschungsprojekts jedoch nicht umsetzbar.

Weitere durch die Teilnehmenden geäußerten Verbesserungsvorschläge sind, weitere Implikationen für die strategische Ebene abzuleiten sowie Verhaltenselemente im Sinne eines agilen Mindsets zu adressieren und theoretisch zu fundieren. Diese Vorschläge spiegeln die Fruchtbarkeit des Beitrags im Sinne der *Frage Nr. 12* wider. Zusammenfassend liefert auch Fallbeispiel B Hinweise auf weiterführenden Handlungs- und Forschungsbedarf im Sinne dieses Forschungsvorhabens.

Synthese

Die Gegenüberstellung der Fallstudien verdeutlicht, dass trotz der verschiedenen Entwicklungskontexte, dass dargelegte Ergebnisartefakt als nützlich beurteilt wird. Ferner fielen die gesamtheitlichen Bewertungen der Teilnehmenden tendenziell positiv aus, wodurch die Validität des Ergebnisartefakts gestützt wird. Die artikulierten Verbesserungsvorschläge in Fallbeispiel A und Fallbeispiel B runden diesen Befund ab. Hierbei wurde insbesondere auf die Notwendigkeit weiterführender Erläuterungen (z. B. in schriftlicher Form) zum Modell hingewiesen sowie auf den Bedarf weiterer Bemühungen im Hinblick auf konkrete

industrielle Anwendungen. Dies könnte zum Beispiel auch Maßnahmen betreffen, um Anpassungen oder Implementierungen im industriellen Kontext umzusetzen. Die kombinierte Betrachtung der Fallbeispiele offenbart darüber hinaus, dass insbesondere die Absichtskommunikation sowie die wissenschaftliche Kohärenz wertvoll und inhaltlich schlüssig sind. Selbst bei zunehmender Anwendungsreife des Scrum-Frameworks (vgl. Fallbeispiel B) verliert das generische Erklärungsmodell nicht an wissenschaftlicher Bedeutung. Nichtsdestotrotz legt eine erste Interpretation nahe, dass dessen beurteilter Nutzen mit steigender Erfahrung in der praktischen Anwendung abnimmt, da (funktionierende) Lösungen im industriellen Kontext bereits wirksam geworden sind.
Unabhängig davon vertritt der Autor dieser Arbeit jedoch die Ansicht, dass eine solide theoretische Grundlage den nachhaltigen Erfolg von Individuen, Organisationseinheiten und Organisationen im Allgemeinen gleichermaßen unterstützt. Dies begründet sich darin, dass mit Hilfe einer fundierten Theorie erklärt werden kann, warum bestimmte Effekte oder Wirkungen kontextuell auftreten oder gar ausbleiben.

6.3 Positionierung des Agilitätskonzeptes

Theoretische Fokussierung

Wie im Ergebnisteil (siehe Kapitel 5) bereits skizziert, existieren unterschiedliche Ansätze und Perspektiven, um das Agilitätskonzept zu erfassen. Diese unterschiedlichen Ansätze leisten folglich variierende theoriebildende Beiträge und Impulse.

ⓘ Hinweis: Der Ansatz der komplexen adaptiven Systeme basiert auf der systemischen Denkweise (vgl. Ahmad et al., 2024)

So werden zum Beispiel mit Hilfe des Ansatzes der komplexen adaptiven Systeme Interaktionen in kaum zu verstehenden Systemen untersucht (vgl. Carmichael and Hadžikadić, 2019, S. 2 f.; Sweetman and Conboy, 2018, S. 20 ff.). Mit Hilfe einer Simulation eines agentenbasierten Modells können zum Beispiel Muster im Verhalten eines komplexen adaptiven Systems abgeleitet werden, welche anschließend durch Hypothesentests weiter untersucht werden können. Insofern sind sowohl die Bildung als auch das Testen von Hypothesen auf Basis des Ansatzes der komplexen adaptiven Systeme, Gegenstand der wissenschaftlichen

Auseinandersetzung von Agilität (vgl. z. B. Wang and Conboy, 2009; Werder and Maedche, 2018).
Obwohl ein Wirkmechanismus auch mit einem solchen Untersuchungsansatz entwickelt und konkretisiert werden kann, ist die deskriptive Beschreibung von inhärenten Elementen abstrakt, da kontrollierte Momentaufnahmen beziehungsweise spatialtemporale Zustandsbeschreibungen keine Aussagekraft bieten. Daher erweist es sich situativ als nützlich, Prozessdynamiken mittels kontrollierter Eingriffe temporär zu vernachlässigen (z. B. durch bewusste Abgrenzung von Systemelementen), ohne dabei implizieren zu wollen, dass diese nicht existieren.
Dies ist aus Perspektive des Autors dieser Arbeit besonders dann zweckmäßig, wenn erfassbare oder bewusst „vereinfachte" Systeme analysiert werden sollen (z. B. Scrum-Framework), um eine beschreibende Theorie zu bemühen, welche in Anlehnung an Chakrabarti and Blessing (2015, S. 331) genutzt werden kann, um ein tiefergehendes Verständnis zu erzielen.
Dies begründet ferner auch die Entscheidung des gewählten Ansatzes dieser Arbeit, mit dem Bewusstsein, dass jener gewählter Ansatz auch an Grenzen stößt. So lässt beispielsweise die gewählte theoretische Perspektive, als Ausdruck einer theoretischen Position, nur begrenzte Aussagen über bereits thematisierte Verhaltenselemente im Kontext dynamischer Prozesse von sich adaptierenden, komplexen soziotechnischen Systemen zu, da solche Dynamiken in Anlehnung an Holland (1992, S. 24 f.) nur begrenzt modellierbar sind.
Unter Berücksichtigung des in dieser Arbeit gewählten theoretischen Fokus werden im Folgenden die aus dem Ansatz zur Konzeptualisierung von Agilität abgeleiteten Ergebnisse eingeordnet und diskutiert.

6.3.1 Präzisierung des Attributs und Konstrukts

Basierend auf dem dokumentierten Agilitätsverständnis von Schrof (2023, S. 9 ff.) wurde das Agilitätskonzept im Rahmen dieser Arbeit präzisiert, um dessen Zugänglichkeit und Konfigurierbarkeit in der praktischen Anwendung zu verbessern.
Agilität wurde hierbei unter Anwendung der systemischen Denk-

weise als komplementäres Konzept begriffen und theoretisiert (Agilität als Attribut und Agilität als Konstrukt, siehe Abbildung 5.1). Die kohärente Verknüpfung beider konzeptioneller Perspektiven wird durch die Integration des OOVI-Modells fundiert (vgl. Zwikael and Huemann, 2023, S. 3). Die Harmonisierung der jeweiligen Einzelkonzepte erfolgt über die systematische Kopplung von Output und Outcome, siehe Abbildung 6.8.

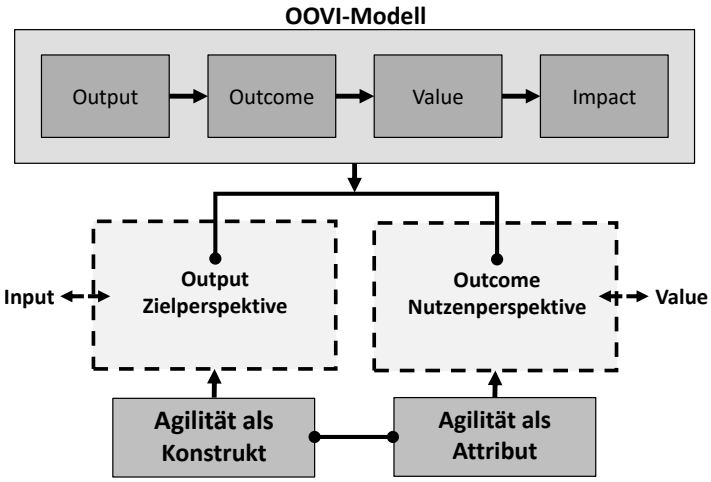


Abbildung 6.8
Simplifizierte Darstellung der Verknüpfung zugrunde gelegter Konzepte zur Präzisierung des Agilitätskonzepts; Die gestrichelten Pfeile verweisen auf nicht visualisierte Beziehungen (vgl. Abbildung 5.1). Ferner ist die Beziehung zwischen Agilität als Attribut und Output nur indirekt über den Outcome dargestellt.

Agilität als Attribut

Mit Agilität als Attribut ist die Fähigkeit gemeint, in VUCA charakterisierten Umgebungen werterhaltende oder wertschöpfende Ziel- und Nutzenperspektiven zu realisieren (vgl. Unterkapitel 5.1). Damit verbunden ist beispielsweise der Aufbau einer erhöhten Reaktionsfähigkeit, um effektiv auf Veränderungen im Wettbewerbsumfeld reagieren zu können (vgl. Gren and Lenberg, 2020, S. 351; Ozkan and Gok, 2022, S. 34). Die skizzierte Reaktionsfähigkeit ist folglich ein Mittel zum Zweck zur Verwirklichung unternehmerischer Interessen.
Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte, aggregierte Verständnis ordnet sich kohärent in bestehende Publikationen ein, da das hier namentlich konzeptualisierte Attribut eine Synthese der aus der komplexen Literaturrecherche extrahierten Forschungsergebnisse ist. Daher ist der Neuigkeitsgrad dieses konkreten Teilergebnisses erwartungsgemäß begrenzt. Die nuancierten

aber erklärbaren Unterschiede im Verständnis ergeben sich in der Regel aus einer domänenspezifischen Betrachtung und werden durch die Verfasser der jeweiligen Publikationen auch als solche reflektiert (vgl. Salmela et al., 2022, S. 1095; Albers et al., 2019a, S. 11). Demgegenüber nehmen andere Arbeiten (so auch diese Dissertationsschrift) gezielte Aktualisierungen vor, um etwa ein angereichertes oder konsolidiertes Verständnis zu entwickeln. Dies erfolgt exemplarisch vor dem Hintergrund, die entwickelte Aktualisierung besser von anderen Ansätzen (z. B. Flexibilität) abgrenzen zu können (vgl. Ozkan and Gok, 2022, S. 36 ff.; Christofi et al., 2021, S. 12 ff.) oder gar neue Erklärungsmöglichkeiten zu bieten.

Agilität als Konstrukt

Wie bereits substanziiert, ist es sowohl von wissenschaftlicher als auch von praktischer Relevanz, *wie* sich Agilität bedarfsgerecht erreichen lässt, um die damit assoziierten Ziel- und Nutzenperspektiven zu verwirklichen. Die Operationalisierung zur Verwirklichung der „Attributsperspektive" ist somit Gegenstand der Konzeptualisierung der Agilität als Konstrukt.

Zur Ausgestaltung des Konstrukts wird das betrachtete System als ein Dualismus aus Systemstruktur und Systemverhalten interpretiert, was im übertragenen Sinne einer logischen Verknüpfung funktionaler und struktureller Konzepte entspricht (vgl. Ropohl, 2009, S. 106).

Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu bereits publizierten Ansätzen

Diese Betrachtungsweise ist in sich konsistent, führt jedoch im Kontext des Agilitätskonzepts zu unterschiedlichen Auffassungen. So befürworten Werder and Maedche (2018) zum Beispiel die Nutzung des Ansatzes der komplexen adaptiven Systeme, mit dem Ziel emergentes Verhalten im Kontext von Agilität erklären zu wollen. Kidd (1994, S. 162 ff.) argumentierte bereits früh, dass ein solcher Ansatz kritisch zu hinterfragen ist, allerdings vor dem Hintergrund eines anders formulierten wissenschaftlichen Ziels. Er verfolgte nämlich das Ziel, ein Konzept zur Fundierung eines agilen Fertigungsunternehmens zu entwickeln. An dieser Stelle sei durch den Autor dieser Arbeit aus Gründen der Vollständigkeit ergänzt, dass jenes Ziel nicht dem Ziel der vorliegenden Arbeit entspricht und der Konzeptualisierungsansatz, wie bereits erwähnt, bei der Modellierung von

dynamischen Systemen an Grenzen stößt. Nichtsdestotrotz würdigt Kidd (1994), dass die systemische Denkweise grundsätzlich essentiell ist. Diese Auffassung teilt auch Levine (2005, S. 362), welche konstatiert, dass selbst ein dynamisch geprägtes Konzept, Ordnung und Struktur erfordert. Gligor et al. (2013, S. 94 ff.) liefern weitere Impulse, indem sie die Position vertreten, dass die Beziehungen zwischen Elementen, insbesondere die Agilitätselemente selbst, unterentwickelt sind. Ebenfalls inspirierend wirkte die systemische Betrachtungsweise eines bereits konzipierten Modells zur Gestaltung von agilen Unternehmen, in derer eine funktionale Betrachtung genutzt wird (vgl. Vyshnavi and Chetan, 2016, S. 1930). Das von Baham and Hirschheim (2021, S. 118) entwickelte Agilitäts-Framework zur Entwicklung von Informationssystemen in der Praxis reiht sich ebenso in die zuvor genannten kongruenten Ansätze ein und steht dem Ergebnis dieser Arbeit am Nächsten, da auch hier Bausteine (z. B. Methoden) operationalisiert werden müssen, um in einem bestimmten Kontext, Agilität zu realisieren. Der wesentliche Unterschied zur Arbeit von Baham and Hirschheim (2021) besteht darin, dass die hier vorgeschlagene Konzeptualisierung auf Basiselementen aufbaut, kein vollständiges Framework darstellt und theoretisch feiner granuliert ist.

Abschließend sei der Unterschied zum Verständnis von Schrof (2023, S. 17 ff.) erläutert, der das Konstrukt auf einer anderen Abstraktionsebene betrachtet. Zur Verwirklichung eines Agilitätsmaßes, im Sinne eines methodisch geleiteten Vorgehens, plädiert dieser für die Anwendung der Werte des Manifests (vgl. Beck et al., 2001) sowie bereits publizierter agiler Methoden undPraktiken, ohne jedoch einzelne Elemente zu konkretisieren. Diese Perspektive bietet daher nur eingeschränkte Anpassungsmöglichkeiten, da einerseits die Werte operationalisiert werden müssen und andererseits keine „anpassbaren“ Methoden auf Grundlage von Strukturelementen vorgeschlagen werden.

Daher ist die hier vorgeschlagene komplementäre Präzisierung des Agilitätskonzepts als ein neues Artefakt der Agilitätsforschung zu klassifizieren, das eine Erklärung weiterer bisher nicht betrachteter Phänomene ermöglicht und über die Repräs-

sentation von bestehenden Basisselementen (z. B. Sprint Planning oder Sprint Review) hinaus geht (vgl. Strukturelemente). Der Beitrag erweitert insofern die pluralistischen Vorarbeiten verschiedener Autoren in der Hinsicht, dass dieser eine ergänzende konzeptionelle Grundlage bildet, Agilität sowie deren Strukturelemente und Wirkmechanismen zu erfassen. So wird bei Betrachtung des Frameworks für strategische Agilität nach Heavey and Simsek (2023, S. 55) nun deutlich, dass auch hier ein funktionales Konzept inhärent antizipierbar ist (siehe Input, Elements, Capabilites, Strategic Agility), womit jenes Framework mit Hilfe der hier vorgeschlagenen theoretischen Perspektive erweitert werden kann. Obwohl dennoch nicht jede Dynamik mittels des erzeugten Artefakts berücksichtigt oder abgebildet werden kann, ist die *„Korrelation zwischen Zustandsbeschreibung und Prozessbeschreibung grundlegend für das Funktionieren eines jeden adaptiven Organismus, [...], zielgerichtet auf seine Umwelt einzuwirken“* (Simon, 1996, S. 215).
Mit Hilfe dieses Artefakts werden demgemäß insbesondere einzelne konstituierende Prozesselemente von Agilität geschärft beziehungsweise sichtbar gemacht, um die mit Agilität assoziierten attributiven Ziel- und Nutzenperspektiven zu erwirken. Dies wird im nachfolgenden Abschnitt anhand des Ergebnisartefakts der *Scrum-Modifikation* demonstriert.

6.3.2 Verbindungen zum Scrum-Framework

In diesem Abschnitt werden zwei konkrete Ergebnisartefakte der vorliegenden Arbeit zueinander in Beziehung gesetzt, namentlich die Konzeptualisierung des Agilitätskonstruktes sowie die Scrum-Modifikation. Des Weiteren werden die daraus resultierenden Implikationen erörtert.

Symbiotische Beziehung zwischen Agilität und dem Scrum-Framework

Scrum ist ein Framework, welches zweifelsfrei dem Themengebiet der Agilität zugeordnet wird (vgl. Atzberger et al., 2020b, S. 469; Fissalma et al., 2025, S. 856; Hron and Obwegeser, 2022, S. 1; PMI and Agile Alliance, 2017, S. 11).
Die in der Praxis dominierende Nutzung von Scrum (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 16) begünstigt eine gedankliche Gleichsetzung von Scrum mit Agilität. Anders ausgedrückt, wird Scrum in der

Praxis mitunter als Synonym für Agilität verwendet oder zumindest direkt mit dem Schlagwort *Agile* verknüpft. Mit Hilfe der Ergebnisse dieser Arbeit lässt sich eine solche Gleichsetzung theoretisch fundiert ausdifferenzieren. Abbildung 6.9 dient hierbei als Ausgangspunkt.
Die gewählte Darstellungsweise innerhalb der Abbildung 6.9 erfolgt aus Gründen der Übersichtlichkeit, weshalb auf die innerhalb der Abbildung 6.9 integrierten Grafiken verwiesen wird (siehe Abbildung 5.3 (oben links), Abbildung 3.4 (mitte links), Abbildung 5.5 (unten links) und Abbildung 5.15) (mitte rechts). Diese integrierten Grafiken repräsentieren (Zwischen-)Ergebnisse der vorliegenden Arbeit.

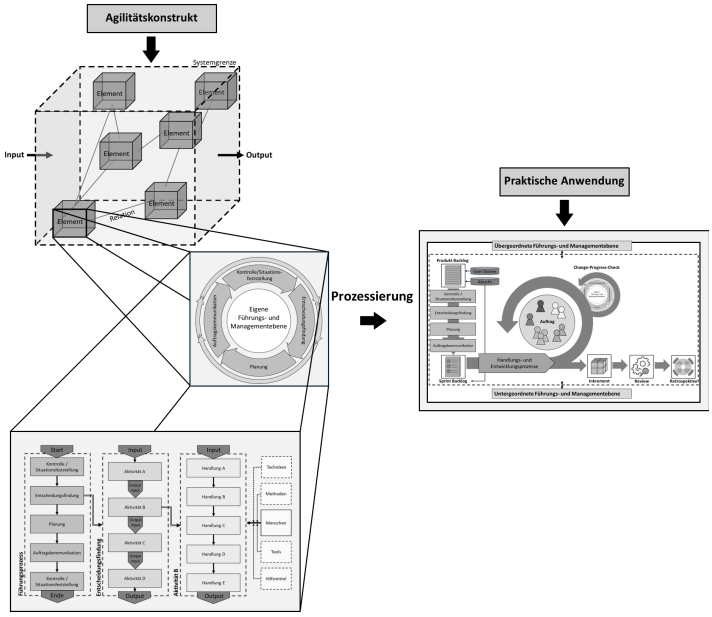


Abbildung 6.9
Simplifizierte Darstellung der Beziehung zwischen dem Agilitätskonstrukt und dem Scrum-Framework; Die Prozesselemente des *Führungsprozesselements* müssen als einzelne konstituierende Elemente betrachtet werden, da deren logische Abfolge bereits systemimmanent im Führungsprozess hinterlegt ist. Ferner sind innerhalb des Scrum-Frameworks bereits weitere konstituierende Elemente operationalisiert.

Wie bereits in Abbildung 5.3 dargestellt und in Abbildung 6.9 erneut gezeigt, müssen einzelne Prozesselemente des Agilitätskonstrukts untersucht und konkretisiert werden, um den mit Agilität verbundenen attributiven Nutzen zu erzielen. Ein solches konkretisiertes Element stellt den Ergebnissen dieser Arbeit zufolge das *Führungsprozesselement* dar.

Wie im Ergebnisteil bereits erläutert, ist es aus methodischer Sicht erforderlich, die Basiselemente des Scrum-Frameworks (siehe *Scrum-Modifikation*) zur Anwendung zu bringen, damit soziotechnische Systeme sowohl eine Situationsfeststellung vornehmen als auch gemeinsam auf Ziele hinwirken können. Dies impliziert, dass ein solches *Führungsprozesselement* innerhalb des Agilitätskonstrukts verankert sein muss, siehe Abbildung 6.9. Mit anderen Worten stellt das *Führungsprozesselement* ein konstituierendes Element des Agilitätskonstrukts dar. Wichtig zu erwähnen ist jedoch, dass die einzelnen konstituierenden Elemente des Führungsprozesses selbst (vgl. Abbildung 5.5) formal die tatsächlichen Strukturelemente des Agilitätskonstrukts darstellen, da innerhalb des Führungsprozesselements bereits deren logische Abfolge (Wirkrichtungen der Beziehungen) systemimmanent hinterlegt ist. In Abbildung 6.9 wurde das „Strukturelement" als Führungsprozesses bewusst hervorgehoben, da es in der praktischen Anwendung in einem direkten Zusammenhang mit der VUCA-Umwelt steht.

Damit stellen die Führungsprozesselemente zum Beispiel in Form eines Sprint Plannings nicht nur formalisierte *Best Practice* dar (vgl. Sutherland and Schwaber, 2010, S. 2; Heimicke et al., 2021b, S. 7), sondern sind klar als notwendige Prozessschritte zu betrachten. Wie in Abbildung 6.9 ebenfalls visualisiert, „entsteht" der Scrum-Prozess aus methodischer Perspektive also durch die wiederholte Prozessierung des Führungsprozesselements entlang der zeitlichen Dimension auf Basis der im Scrum Guide festgelegten Parameter (z. B. tägliche Anwendung des Daily Scrums gemäß Sutherland and Schwaber, 2020, S. 9).

Unter Berücksichtigung der Scrum-Modifikation wird weiterhin deutlich, dass weitere Strukturelemente prozessiert sind, wie zum Beispiel das *Artefaktelement* Inkrement. Das Inkrement stellt hier einen Output dar, welcher sich aus der frequenten Anwendung von Führungs-, Management-, und Handlungsprozessen ableiten lässt und faktisch als Führungsmittel instrumentalisiert wird, um zum Beispiel notwendige Justierungen am VUCA-geprägten Zielsystem zu ermöglichen. Das *Führungsprozesselement* allein ist daher nicht ausreichend, um Agilität

zu erwirken, weshalb in Anlehnung an Baham and Hirschheim (2021, S. 118 f.) sowie Schmidt (2019, S. 120) weitere Elemente inkorporiert werden müssen, wie zum Beispiel die im Manifest hinterlegten Werte und Prinzipien (vgl. Beck et al., 2001) oder gar weitere spezifische Praktiken. Prinzipien und Praktiken können grundsätzlich je nach Kontext (z. B. in der Hardwareentwicklung) variieren. So könnte zum Beispiel das Prinzip der wertebasierten Modularisierung (vgl. Schmidt, 2019, S. 112 ff.) nur in einem spezifischen Kontext notwendig sein. Gleiches gilt im abstrahierten Sinne für einen Scrum Master im Kontext einer Scrum-Team Betrachtungseinheit. Welches Maß an Agilität kann beispielsweise errreicht werden, wenn die Rolle des Scrum Masters nicht ausgeprägt aber inhaltlich implementiert ist? Eine Frage die mit dieser Arbeit nicht abschließend beantwortet werden kann, weshalb die Rollen als Menschen abstrahiert und am Auftrag ausgerichtet bleiben.

Die Abbildung 6.9 sensibilisiert insofern dafür, dass die Basiselemente (z. B. Führungsprozesselement) des Scrum-Frameworks konstituierend für Agilität sind. Nichtsdestotrotz sorgt die Anwendung des Scrum-Frameworks nur hinreichend für das beabsichtige Maß an Agilität, da dessen Ausführung als „vorgefertigter" Prozess gerade nicht zwingend agiles Verhalten erzeugt (z. B. auf Grund missverstandener Anwendung Scrums). Insofern lässt sich feststellen, dass zwischen den beiden Ergebnisartefakten, dem Agilitätskonstrukt und der Scrum-Modifikation, eine symbiotische Beziehung besteht, welche über die eingenommene Führungsperspektive hergestellt wird (vgl. Abbildung 6.9). Wie bereits in vorherigen Abschnitten konturiert, sind die spezifischen Agilitätsphänomena also auf adaptive Führungs- und Managementphänomena zurückzuführen, die aus einer von VUCA-geprägten Umwelt abgeleitet sind. Die damit einhergehenden Anpassungserfordernisse im Handlungsprozess (z. B. im Kontext der Produktentwicklung oder militärischer Operationen) sind daher als eine Folge der zugrunde liegenden Führungs- und Managementmechanismen im jeweiligen Umfeld zu verstehen. Damit wird zugleich deutlich, dass das gegenwärtig publizierte Scrum-Framework nur bedingt konstituierend ist, wohin-

gegen die Modellbildung der Scrum-Modifikation eben jenen konstituierenden Charakter aufweist.
Diese Erkenntnis wurde bislang theoretisch nicht fundiert erfasst, womit die vorliegende Arbeit die Erste ist, welches diese Beziehung präzisiert, formalisiert und folglich expliziert. Mit Hilfe dieser Implikationen können beschriebene Anpassungsmodalitäten und -notwendigkeiten (vgl. Masood et al., 2022, S. 1584 f.; Ovesen and Sommer, 2015, S. 94 ff.; Michalides et al., 2024, S. 308 f.) innerhalb verschiedener Domänen besser nachvollzogen und erklärt werden, da die symbiotische Beziehung zwischen dem Agilitätskonzept und dem Scrum-Framework über Führungsmechanismen (vgl. Scrum-Modifikation), welche elementar und konstituierend sind, hergestellt ist.
Der vorliegende Beitrag dieser Arbeit verfeinert also bisherige Erkenntnisse in mehrfacher Hinsicht, zum Beispiel dadurch, dass er dem Konzept des *inkrementellen Designs* sowie der *iterativen Entwicklung* (vgl. Baham and Hirschheim, 2021, S. 118; Emmanuel Chibuike et al., 2024, S. 191; Meier and Kock, 2022, S. 3480 ff.) erstmals konkrete Strukturelemente von Führungs- und Managementprozessen zuordnet, die im Zweck übereinstimmend sind (z. B. Justierung von VUCA-geprägten Zielsystemen, um eine Absicht zu verwirklichen). Diese offengelegten Elemente können unter Berücksichtigung des speziellen Anwendungsfalls und des hier dargelegten Agilitätsverständnisses bedarfsgerecht konfiguriert werden, um die agilen Produktentwicklungsprozesse effektiver und effizienter zu gestalten.

6.4 Fazit

Im Rahmen der Diskussion wurden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kritisch reflektiert und mit anderen wissenschaftlichen Beiträgen in Beziehung gesetzt.
Die vorliegende Arbeit zeigt, dass ein wirkungsvolles und effizientes Management agiler Produktentwicklungsprojekte vom Verständnis teils verborgener Strukturelemente sowie der durch sie initiierten Führungsmechanismen abhängt.
Innerhalb der Diskussion wurden hierzu unterschiedlich zu be-

trachtende Phänomene der industriellen Praxis berücksichtigt und erörtert. So wurde am Beispiel des Scrum-Frameworks gezeigt, wie sich Führungsprozesse und Führungsmodi in Abhängigkeit von der jeweiligen Situation und dem attributiven Agilitätsgrad gestalten lassen (vgl. Scrum-Modifikation). Dabei wurde auch der Interpretation in hierarchisch strukturierten Organisationen im Sinne der Skalierung Rechnung getragen.
Durch die Nutzung des militärischen Analyseobjekts war es zudem möglich, eine nachvollziehbare deutschsprachige Übersetzung zu entwickeln, wodurch die praktische Anwendung im deutschsprachigen Raum semantisch präzisiert und besser erklärt werden kann.
Mit Hilfe der Absichtskommunikation wird zudem ein strukturunabhängiges Konstrukt bereitgestellt, welches das Verhalten von Organisationseinheiten in dynamischen Situationen moderiert. Die Absicht basiert auf der Adressierung grundsätzlicher Elemente zur Erreichung von Zielen (siehe Anhang A.11). Im Rahmen der Analyse konnte weiterhin festgestellt werden, dass sich die Elemente der Absicht in verschiedenen Artefakten agiler Produktentwicklungsprojekte verbergen. Exemplarisch sei das Sprint-Ziel innerhalb des Scrum-Frameworks genannt.
Durch diese Kontrastierung zweier unterschiedlicher Analyseobjekte sensibilisiert die vorliegende Arbeit insofern dafür, dass je nach Kontext und Domäne unterschiedliche Ausprägungen von Agilität unter Berücksichtigung des spezifischen Systems zweckdienlich sind. Dies betrifft auch die unterschiedliche Ausgestaltung von Führungs- und Managementprozessen. Im militärischen Kontext kann dies zum Beispiel dazu führen, dass nachgeordnete Soldaten nicht am Führungsprozess beteiligt werden, um Geschwindigkeitsvorteile (im Sinne einer Wirkungsüberlegenheit) zu erzielen. *„Umgekehrt wird das blinde Streben nach Agilität [für zivil-gewerbliche Unternehmen] wahrscheinlich psychisch und ressourcenmäßig erschöpfend sein“* (Hiller and Ozgen, 2023, S. 39), da Agilität oftmals mit Effizienzverlusten von Organisationseinheiten einhergeht (vgl. Teece et al., 2016, S. 31).
Vor diesem Hintergrund gilt es für produktentwickelnde Unternehmen, Zielkonflikte innerhalb von Zielsystemen bei der

Gestaltung agiler Produktentwicklungsprojekte auszubalancieren. Eine effiziente Gestaltung solcher Zielsysteme setzt ein tiefgehendes und methodisches Führungs- und Managementverständnis voraus. Jenes Verständnis wird durch die in dieser Arbeit entwickelten Ergebnisartefakte erweitert und vertieft. Das zentrale Ergebnisartefakt der vorliegenden Arbeit, namentlich die Scrum-Modifikation (siehe Abbildung 5.15), konsolidiert das Verständnis der einzelnen im Rahmen der Forschungsfragen erarbeiteten Ergebnisartefakte.

Gespiegelt an dem in der Einleitung formulierten Erkenntnisinteresse leistet die vorliegende Arbeit folglich einen Beitrag zur Führungsunterstützung agiler Produktentwicklungsprojekte, indem mit Hilfe der theoretischen Fundierung des Scrum-Frameworks auch ein Beitrag zum besseren Verständnis des Agilitätskonstrukts geleistet wird.

Zusammenfassend trägt die Darlegung und Erörterung von Anpassungsmöglichkeiten zur Steigerung der Effektivität und Effizienz von Produktentwicklungsprojekten bei, da die zugrunde liegenden (Führungs-)Mechanismen nachvollziehbar werden und daher einfacher kontextspezifisch zur Anwendung gebracht werden können. Dies steht im direkten Bezug zu den Darlegungen von Eckert and Stacey (2014, S. 396), die ihrerseits konstatieren, dass ein besseres Verständnis der zugrundeliegenden Prozesse auch bessere Produkte erzeugt.

Im nachfolgenden und abschließenden Kapitel 7 der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse und Implikationen der Arbeit zusammengeführt und folglich zusammengefasst. Zudem werden die Antworten auf die formulierten Forschungsfragen kompakt dargestellt, während die Zielsetzung der Arbeit hinsichtlich ihrer Erreichung überprüft wird.

7

Schlussbemerkungen

7.1 Zusammenfassung 287
7.1.1 Beantwortung der Forschungsfragen 289
7.1.2 Beitrag zur Wissenschaft 292
7.1.3 Beitrag zur Praxis 296
7.1.4 Reflexion der Zielerreichung 298
7.2 Limitationen 299
7.3 Ausblick 302

In den nachfolgenden Unterkapiteln erfolgt eine Zusammenfassung der vorliegenden Arbeit (Unterkapitel 7.1), eine Betrachtung ihrer Limitationen (Unterkapitel 7.2) sowie ein Ausblick auf künftige Forschungsbedarfe (Unterkapitel 7.3).

7.1 Zusammenfassung

Wie im Rahmen dieser Arbeit beschrieben wurde, hat sich die Anwendung agiler Ansätze und Methoden als tragfähiger Lösungsansatz im Umgang mit den sogenannten VUCA-Bedingungen erwiesen. Dabei steht vor allem das unternehmerische Bestreben im Vordergrund, die eigene Marktposition angesichts zunehmender Wettbewerbsdynamiken zu sichern, indem zum Beispiel effektiver und effizienter als potenzielle Mitbewerber entwickelt wird. Diese Erwartungshaltung trifft gleichermaßen auf Unternehmen zu, die mechatronische oder cyber-physische Systeme entwickeln (vgl. Schmidt et al., 2018b, S. 2122).
Die Übertragung der in der Softwareentwicklung prominent gewordenen agilen Ansätze und Methoden auf die Entwicklung physischer Produkte gestaltet sich jedoch nicht trivial.
Dies liegt unter anderem daran, dass theoretische Grundlagen

fehlen oder nur fragmentiert vorhanden sind (vgl. Baham and Hirschheim, 2021, S. 104; Palsodkar et al., 2023, S. 3217; Lee and Xia, 2010, S. 87; Sithambaram et al., 2021, S. 104).
Mit Blick auf die industrielle Praxis ergeben sich hieraus erhebliche Anpassungserfordernisse, um die mit Agilität assoziierten Ziel- und Nutzenperspektiven zu erwirken. Während *„Anpassungen [also] mehrheitlich die Regel sind“* (Weiss et al., 2023, S. 31), erfolgt die Anwendung agiler Ansätze und Methoden nach Lehrbuch eher selten (Atzberger et al., 2020a, S. 15). Ein anschauliches Beispiel bietet hierfür der industrielle Quasi-Standard Scrum. Situations- und kontextspezifische Anpassungen des Scrum-Frameworks sind für dessen Anwendung nicht nur erforderlich, sondern auch empirisch belegte Praxis (vgl. Nicklas et al., 2021, S. 16; Weiss et al., 2023, S. 32 f.).
Unter Berücksichtigung dessen liegt das primäre Interesse der vorliegenden Arbeit daher darin, das Agilitätskonstrukt (*Wie*) theoretisch zugänglich zu machen, um die mit Agilität assoziierten Ziel- und Nutzenperspektiven (*Was* und *Wozu*) im Sinne einer bedarfsgerechten Konfiguration respektive Anpassung zu erwirken. Dieses Interesse spiegelt sich in sekundärer Form im Scrum-Framework als Quasi-Standard der industriellen Praxis wider, das selbst als methodisches *Mittel* zur Verwirklichung von Agilität dient (*Zweck*) und unverändert vielfältigen Anpassungsnotwendigkeiten unterliegt.
Die methodische Unterstützung jener Anpassungsnotwendigkeiten ist folglich das Ziel der vorliegenden Arbeit, da das theoretische Verständnis struktureller Elemente und ihrer Wirkmechanismen dazu beiträgt, zugrunde gelegte agile Produktentwicklungsprozesse effektiver und effizienter zu gestalten.
Da eine Verbindung zum Themenfeld der Führung erkennbar war, nutzte die Arbeit eine deutsch-militärische Führungsperspektive, um zur Theoriebildung beizutragen. Die Arbeit beruhte hierbei auf der Annahme, dass Elemente, Beziehungen und Wirkmechanismen zur Führung von militärischen Operationen unter extremen VUCA-Bedingungen analog zu denen des agilen Managements von Projekten unter VUCA-Bedingungen sind.
Daher wurde in einem ersten Schritt eine systemtheoretische

Präzisierung des Agilitätskonzeptes vorgenommen (siehe Unterkapitel 5.1), die zugleich als theoretischer Rahmen diente. Ausgehend von diesem Verständnis wurden im nächsten Schritt konstituierende Elemente des Scrum-Frameworks mit denen eines militärischen Äquivalents verglichen (vgl. Unterkapitel 5.3). Der Vergleich und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die Entwicklung des zentralen Ergebnisartefakts, der *Scrum-Modifikation*. Diese spezifiziert widerspruchsfrei Strukturelemente der Führung, ist domänenübergreifend einsetzbar und wird in dieser Arbeit als Elementarzelle im Sinne eines Fraktals neu interpretiert (vgl. Unterkapitel 5.4).
Ferner wurde im Rahmen dieser Arbeit herausgearbeitet, dass sich auf Grundlage der *Scrum-Modifikation* sowohl theoretische als auch praxisrelevante Implikationen ableiten lassen. So wurde beispielsweise die symbiotische Beziehung zwischen dem Agilitätskonstrukt und der Scrum-Modifikation erörtert. Zudem erfolgten eine theoretische Fundierung der Interpretation für hierarchisch organisierte Unternehmen, die Herleitung eines methodischen Kontinuums zwischen „traditionellen" und agilen Prozessen sowie eine semantische Übertragung der Ergebnisse auf die deutschsprachige industrielle Praxis (vgl. Kapitel 6).
Indem das Scrum-Framework aus einer Führungsperspektive kritisch hinterfragt und modifiziert wird, liefert die Dissertation einen bislang unveröffentlichten Beitrag zur Führungsunterstützung agiler Produktentwicklungsprojekte.

7.1.1 Beantwortung der Forschungsfragen

In diesem Abschnitt werden die aus der Zielsetzung sowie aus den Forschungshypothesen operationalisierten Forschungsfragen abschließend und zusammenfassend beantwortet. Die erste Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit lautete:

Wie kann das Agilitätskonstrukt aus einer systemtheoretischen Perspektive konzeptualisiert werden? — Forschungsfrage 1

Die erste Forschungsfrage wurde mit Hilfe einer komplexen Literaturrecherche bearbeitet, in derer verschiedene Perspektiven — Beantwortung der Forschungsfrage 1

hinsichtlich Agilität aus unterschiedlichen Domänen konsolidiert wurden. Es wurde herausgearbeitet, dass die bisherige Operationalisierung der mit Agilität verbundenen Ziel- und Nutzenperspektiven abstrakt und nur begrenzt für konkrete, situations- und kontextspezifische Konfigurationen geeignet ist. Daher wurde das Agilitätskonzept als verwendeter theoretischer Rahmen dieser Arbeit präzisiert (siehe Unterkapitel 5.1). Das auf systemischem Denken basierende und entwickelte Agilitätskonzept integriert zwei kohärente, miteinander verknüpfte Perspektiven von Agilität (siehe Abbildung 5.1), die über das OOVI-Modell nach Zwikael and Huemann (2023, S. 3) fundiert wurden. Das Konzept setzt sich aus *Agilität als Attribut* und *Agilität als Konstrukt* zusammen. Erstes fokussiert und synthetisiert die Ziel- und Nutzenperspektiven von Agilität (siehe Abschnitt 5.1.1), während Letzteres die Operationalisierung (im Sinne einer bedarfsgerechten und konfigurierbaren Lösung) dieser Perspektiven adressiert (siehe Abschnitt 5.1.2). Durch die Erarbeitung dieses Ergebnisartefakts werden strukturelle Elemente des Agilitätskonstrukts (vgl. Abbildung 5.3) theoretisch zugänglich.
Die zweite Forschungsfrage griff eine zentrale Annahme dieser Arbeit auf und rückte das Scrum-Framework in den Mittelpunkt der Untersuchung. Die zweite Forschungsfrage sowie die dazugehörigen Teilforschungsfragen lauteten:

Forschungsfrage 2

Sind die zugrundeliegenden Konzepte von Scrum analog zu denen der Führung militärischer Operationen?

Teilforschungsfrage 2.1

- *Wie kann die Führung militärischer Operationen unter extremen VUCA-Bedingungen konzeptualisiert werden?*

Teilforschungsfrage 2.2

- *Welche Unterschiede bestehen zwischen dem konzeptualisierten militärischen Führungsframework und Scrum?*

Beantwortung der Forschungsfrage 2

Die erste Teilforschungsfrage wurde im Rahmen der *Fallstudie Bundeswehr* untersucht. Auf Basis der analysierten Daten wurde ein induktives Modell zur Führung militärischer Operationen konzeptualisiert (siehe Unterkapitel 5.2). Dieses Modell stellt ein Führungsframework dar, das aus einem *Basismodell* (vgl. Abbildung 5.7) sowie weiterführenden, rahmengebenden Elementen

besteht. So konnte etwa das Konstrukt der Absicht als ein zusätzliches und moderierendes Element zur Verhaltensregulation in dynamischen Situationen identifiziert und herausgearbeitet werden. Die zweite Teilforschungsfrage wurde mit Hilfe einer komparativen Analyse der beiden Modelle bearbeitet. Hierbei erfolgte eine Analyse der Elemente unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Zweckperspektiven. Im Rahmen dessen konnte gezeigt werden, dass die Basismodelle unterschiedliche Granularitätsgrade aufweisen, jedoch Gemeinsamkeiten bestehen (vgl. Tabelle 5.2 und Abbildung 5.9). So wurde zum Beispiel das Führungsprozesselement als gemeinsames strukturelles Element identifiziert, welches mehrfach in der zeitlichen Dimension zur Anwendung gebracht wird. Unterschiedliche Anwendungskontexte bedingen jedoch verschiedene phänomenologische Ausprägungen (vgl. Kapitel 6). Aus der Beantwortung der Teilforschungsfragen lässt sich schließen, dass die zugrunde liegenden Konzepte und verwendeten Elemente tatsächlich analog sind, womit Forschungsfrage 2 beantwortet wird.
Die dritte Forschungsfrage beschäftigt sich mit den Wirkungen beziehungsweise Implikationen des Vergleichs für die Theoriebildung. Die dritte Forschungsfrage lautete:

Forschungsfrage 3

Welche Auswirkungen ergeben sich aus dem Vergleich beider Frameworks für die situations- und kontextspezifischen Anpassungen agil gemanagter Produktentwicklungsprojekte hinsichtlich des Themengebietes Führung?

Beantwortung der Forschungsfrage 3

Unter Berücksichtigung der gezielten Analyse aus Sicht der Führung und des Managements wird deutlich, dass das Scrum-Framework ein Führungs- und Managementframework darstellt, welches grundsätzlich losgelöst von der Domäne Softwareentwicklung zu betrachten ist. Dieser Sachverhalt wird durch die vorgenommene *Scrum-Modifikation* herausgearbeitet (siehe Unterkapitel 5.4) und ist in Abbildung 5.15 visualisiert. Unter Berücksichtigung der zu formulierenden Zielsetzungen, ihres Nutzens, der relevanten Umweltfaktoren sowie des jeweiligen Anwendungskontexts wird gezeigt, dass führungsbezogene Modifikationen

grundsätzlich an vielerlei Stellen möglich sind (vgl. Kapitel 6). Im Hinblick auf das Führungsmittel *Inkrement* stellt sich beispielsweise stellvertretend die Frage, ob der zugrunde liegende Zweck des Elements bestimmte Ausprägungen zwingend voraussetzt. Wichtige theoretische und anwendungsbezogene Implikationen des adaptiven Führungsmodells (z. B. hinsichtlich der Interpretation zu integrierender Führungsmodi oder der Skalierung) sind ferner innerhalb der Diskussion (siehe Kapitel 6) erörtert und interpretiert worden.
Die wesentlichen wissenschaftlichen und praktischen Beiträge dieser Dissertation werden nachfolgend zusammengefasst.

7.1.2 Beitrag zur Wissenschaft

Wie Rouse et al. (2025, S. 261) konstatieren entstehen *„theoretische Beiträge oft, wenn Forscher Widersprüche, Dialektiken, Paradoxien oder überraschende Beziehungen identifizieren, die bestehende Rahmenkonzepte in Frage stellen."*
In Anlehnung an diese Feststellung, nutzte die vorliegende Arbeit eine deutsch-militärische Führungsperspektive, um Lösungsansätze im Umgang mit (extremen) VUCA-Bedingungen nutzbringend zu kontrastieren. Trotz offensichtlicher Unterschiede zwischen produktentwickelnder und militärischer Praxis entstand ein Spannungsfeld, das die Beschreibung und Anreicherung von Elementen und Wirkmechanismen ermöglichte. Die vorliegende Arbeit bietet insofern eine neuartige Perspektive auf Phänomene der agilen Produktentwicklung und eröffnet zugleich einen neuen theoretischen Zugang zu Facetten von Führung und Management agiler Produktentwicklungsprojekte.
Diese Dissertationsschrift erweitert den wissenschaftlichen Diskurs demnach um folgende Punkte.
Erstens eröffnet die hier entwickelte *Scrum-Modifikation* eine neue theoretische Perspektive auf das Scrum-Framework, indem das Scrum-Framework auftragsspezifisch und generisch neu konfiguriert, als Fraktal neu interpretiert und von der domänenspezifischen Betrachtung der Softwareentwicklung losgelöst wird. Das theoretische Fundament des Basismodells des Scrum-Frameworks (im Sinne der Scrum-Modifikation als Führungsf-

ramework) bildet insofern das *Führungsprozesselement*, welches aus den Strukturelementen *Situationsfeststellung/Kontrolle*, *Entscheidungsfindung*, *Planung* und *Auftragskommunikation* besteht und um weitere Elemente ergänzt wird. Das Führungsprozesselement wird in der zeitlichen Dimension mehrfach zur Anwendung gebracht, wie zum Beispiel im *Sprint Planning*, im *Daily Scrum* oder im *Sprint Review*. Dadurch wird besonders ersichtlich, dass Führungs- und Managementprozesse innerhalb des Scrum-Frameworks präskriptiv erzwungen werden. Ferner wird anhand der Herleitung erkennbar, dass Führung unvermeidlich ist, unabhängig von den konkret integrierten Führungsmodi.
Zweitens wird mittels der Scrum-Modifikation evident, dass in Abhängigkeit des gewählten Agilitätsgrades auch bisher nicht postulierte Führungsmodi zur Agilität führen können (vgl. restriktive Befehlsgewalt statt Selbstorganisation). Vor dem Hintergrund lebensbedrohlicher Bedingungen im militärischen Kontext erweisen sich Führungsmodi wie Selbstorganisation zum Beispiel nicht als wirkungsorientiertester Führungsansatz, um auf Veränderungen und (extremen) VUCA-Bedingungen zu reagieren. Im Kontext der *Fallstudie Bundeswehr* konnte insofern demonstriert werden, dass legitime Gründe (z. B. Zeitkritikalität und Bedrohungslage) existieren können, die andere Führungsmodi notwendig erscheinen lassen. Diese Führungsmodi sind jedoch an dem Auftrag, den Umweltbedingungen sowie dem spezifischen Kontext zu spiegeln. Dysfunktionales Führungsverhalten soll dadurch ausdrücklich nicht unterstützt werden.
Drittens liefert die vorliegende Arbeit neue methodisch relevante Erkenntnisse zur Anwendbarkeit des Scrum-Frameworks, da dessen Strukturelemente, unabhängig von determinierenden Umwelteinflüssen, sowohl in traditionellen als auch in agilen Ansätzen eingesetzt werden. Das Basismodell der Scrum-Modifikation wird folglich sowohl unter (extremen) VUCA-Bedingungen als auch unter stabilen Bedingungen inhärent zur Anwendung gebracht, wodurch sich ein methodisches Anwendungskontinuum ableiten lässt. Die sich innerhalb der Prozesse manifestierenden Unterschiede ergeben sich aus den Umweltbedingungen sowie den kontextspezifischen Inhalten von Hand-

lungsprozessen, welche sich wiederum auf die Planungsbemühungen und -umfänge des Führungsprozesses auswirken.
Viertens liefert die Konzeptualisierung der Scrum-Modifikation als Fraktal ein neues theoretisches Fundament, um Schnittstellen (z. B. hinsichtlich der Skalierung agiler Ansätz) systematisch zu berücksichtigen, die bisher oft weniger Berücksichtigung fanden (vgl. Weiss et al., 2023, S. 34; Linse and Lilliesköld, 2025, S. 5 f.). Es wird gezeigt, dass mittels der Konzeptualisierung als Fraktal eine Kontinuität über Hierarchieebenen hinweg gewährleistet wird, was die Vorstellung widerlegt, das agile Organisation nicht hierarchisch strukturiert sein können. Daher müssen Führungsmodalitäten und Organisationsstrukturen zwingend getrennt voneinander betrachtet werden, wodurch Begriffe wie die der „flache Hierarchien" irreführend sind. *„Was eine optimale Konfiguration ausmacht, wird sich im Laufe der Zeit ändern, da der Bedarf [...] für ein Produkt nicht statisch ist"* (Moe et al., 2024, S. 66), weshalb das Verständnis um jenes Fraktal sowie dessen inhärenten Mechanismen methodisch bereichernd ist.
Fünftens identifiziert diese Arbeit ein neues theoretisches Führungselement, die *Absicht*, welche sich im Scrum-Framework teils verborgen wiederfindet. Dieses Führungselement beeinflusst und moderiert die Anpassungsfähigkeit von agilen Organisationseinheiten unter (extremen) VUCA-Bedingungen. Die Absicht dient somit der zielgerichteten und zweckbestimmten Regulation des situativen Verhaltens. Unter stabilen Bedingungen kann die Formulierung eines Soll-Zustands (Ziels) zwar genügen, um den beabsichtigten Nutzen zu erzielen, nichtsdestotrotz hängt die Wirksamkeit der Zielkommunikation von den zu erwartenden Dynamiken ab, sodass jedes Projekt individuell betrachtet werden muss. Da jedes Projekt im Kontext seines Umfelds einen neu definierten Ansatz erfordert (vgl. Ays, 2022, S. XXIII), müssen auch die Kommunikationsstrategien zur Zielerreichung an das jeweilige Umfeld angepasst werden (vgl. Maes et al., 2022, S. 391 ff.). Es ist jedoch ausdrücklich hervorzuheben, dass die Absichtskommunikation selbst unter stabilen Bedingungen den Interpretationsspielraum für das beabsichtigte Ergebnis verringert und das gemeinsame Verständnis erhöht.

Sechstens wird mit der vorliegenden Arbeit ein neues in sich konsistentes Agilitätskonzept vorgestellt, welches sowohl pluralistische Vorarbeiten und Perspektiven im Kontext der Agilität berücksichtigt als auch strukturelle Elemente des Konstrukts theoretisch zugänglich macht. Dadurch wird erkennbar, dass zwischen dem Scrum-Framework und der Agilität eine symbiotische Beziehung besteht und Scrum zugleich ein methodisch konstituierendes Element (vgl. Führungsprozesselement des Basismodells) des Agilitätskonstrukts ist.
Insgesamt reichern die theoretischen Beiträge dieser Arbeit das bestehende Verständnis der Agilitäts- und Scrumliteratur an. Ferner kommt die Arbeit der Forderung nach, bestehende Konzepte mit dem Scrum-Framework zu verbinden (vgl. Verwijs and Russo, 2023, S. 38; Bott and Mesmer, 2020, S. 76; Dingsøyr et al., 2012, S. 1219) und Abweichungsklassifizierungen zu fundieren (vgl. Masood et al., 2022, S. 1590). Darüber hinaus wird ein wichtiger Beitrag zur agilen Produktentwicklung geleistet, da herausfordernde Anpassungsnotwendigkeiten sowie der Anpassungsprozess selbst (vgl. Atzberger et al., 2019; Palsodkar et al., 2023; Campanelli and Parreiras, 2015; Linse and Lilliesköld, 2025) theoretisch fundiert und methodisch unterstützt werden. Dies erfolgt nicht nur durch die Bereitstellung eines präziseren Führungs- und Managementmodells, sondern auch durch die Erklärung verschiedener phänomenologischer Ausprägungen, die auf gleichen konstituierenden Elementen basieren. Im Einklang mit den Veröffentlichungen von Dong et al. (2024) und Baham and Hirschheim (2021) tragen diese Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit dazu bei, der wissenschaftlichen Gemeinschaft eine fundierte theoretische Grundlage für Agilität und Scrum näherzubringen, die sich nicht auf eine Domäne wie die der Softwareentwicklung reduziert.
In dieser Hinsicht ergänzt die vorliegende Arbeit die Beschreibungen des Scrum Guides (Sutherland and Schwaber, 2020) oder anderer Leitfäden wie Dörrenberg and Freiherr von Rotenhan (2019) und PMI and Agile Alliance (2017) um eine neue theoretische Führungsperspektive.

7.1.3 Beitrag zur Praxis

Die vorliegende Arbeit verbindet theoretische Erkenntnisse mit nutzbaren Beiträgen für die industrielle Praxis. Anwender profitieren von den Ergebnissen dieser Dissertationsschrift daher in folgenden Punkten.

Erstens profitieren Praktiker von den Ergebnissen dieser Arbeit, indem die zeitlich miteinander verflochtenen Führungs- und Managementprozesse des Scrum-Frameworks transparent gemacht werden, wodurch konkret aufgezeigte Elemente künftig einfacher situations- und kontextspezifisch angepasst werden können (z. B. Daily Scrum). Zudem verdeutlichen die Ergebnisse, dass sich strukturell identische Elemente phänomenologisch verschiedenartig ausprägen können, wodurch dieser Beitrag dafür sensibilisiert, dass organisatorische Anpassungen nicht nur legitim sondern auch notwendigerweise gestaltet werden müssen. Die Arbeit stimmt zwar mit den einleitenden Bemerkungen des *Scrum Guides* überein (vgl. Sutherland and Schwaber, 2020, S. 2), dass die Kernelemente des Scrum-Frameworks zur Anwendung gebracht werden müssen, da sonst wie mit dieser Arbeit gezeigt, wesentliche Elemente der Führung und des Managements verloren gehen. Nichtsdestotrotz wird in dieser Arbeit ebenso verdeutlicht, dass ein Lehrbuchansatz ohne ausreichendes Verständnis weder zielführend noch zweckmäßig ist, da organisatorische Anpassungen auf Grund von Umweltbedingungen und spezifischen Kontexten (vgl. Masood et al., 2022, S. 1588 ff.; Nicklas et al., 2021, S. 16 f.; Linse and Lilliesköld, 2025, S. 6 f.; Weiss et al., 2023, S. 19; Palopak et al., 2023, S. 11) notwendig sind.

Zweitens macht die entwickelte *Scrum-Modifikation* das Scrum-Framework durch die höhere Granularität des Modells, die fraktale Konzeptualisierung und die Einbettung des Auftragsgedankens für ein breiteres Publikum von Agilisten zugänglich. Dies ermöglicht es, dass verschiedene Bereiche innerhalb von Organisationen wirkungsorientiert und effizienter mit Scrum zusammenarbeiten können, da sowohl Team- und Rollenschnitte als auch Zusammenarbeitsbeziehungen und weniger dynamische Umgebungen besser reflektiert werden können. Der fraktale

Charakter der Scrum-Modifikation verdeutlicht ferner, dass Führung und Organisationsstruktur voneinander abzugrenzen sind. Drittens ermöglicht die Formulierung und Kommunikation von Absichten als Führungsmittel den Anwendern, übergeordnete Unternehmensinteressen besser zu berücksichtigen und so die Kontinuität zwischen den verschiedenen Führungs- und Managementebenen sicherzustellen. Dies betrifft insbesondere Unternehmen beziehungsweise Organisationseinheiten, welche hierarchisch strukturiert sind, in denen nachgeordneten Einheiten (z. B. Scrum-Teams) ein möglichst weitreichender Entscheidungs- und Handlungsspielraum zugestanden werden soll, um auf Änderungen zielkonform zu reagieren. Denn wie Gren and Lenberg (2020, S. 2) konstatieren *„ist es unwahrscheinlich, dass ein großes Unternehmen im Rahmen seiner agilen Transformation eine komplette Umstrukturierung vornimmt; stattdessen muss der agile Ansatz innerhalb einer hierarchischen Struktur funktionieren, in der verschiedene [Organisations-]Einheiten unterschiedliche Kompetenzen, Kenntnisse und Ziele [vgl. Zielkonflikte] haben“*.
Viertens liefern die Ergebnisse dieser Arbeit insbesondere für den deutschsprachigen Raum eine neue Interpretation des Quasi-Standards Scrum sowie einen vertiefenden Beitrag zum Verständnis von Agilität. Dies geschieht durch die semantische Präzisierung und Erläuterung von anzuwendenden Elementen sowie derer Wirkungen innerhalb eines Umfelds, in dessen Führung praktiziert wird, wodurch Personal effizienter geschult und befähigt werden kann. Exemplarisch soll auf das Führungsmittel des *Inkrements* verwiesen werden. Schwierigkeiten der Anpassungen des Artefakts *Inkrements* ergeben sich aus dem fehlenden Verständnis des inhärenten Führungsmechanismus sowie dessen geeignete Ableitung unter Berücksichtigung der *Constraints of Physicality* für den Produktentwicklungsprozess. Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass die Dissertationsschrift nicht nur einen Beitrag zur Theoriebildung leistet, sondern auch für Anwender nutzbringend ist, was mit Hilfe zweier Fallstudien belegt (siehe Abschnitt 5.5 und Abschnitt 6.2) und nachgewiesen worden ist.

7.1.4 Reflexion der Zielerreichung

Ein Ingenieur bringt erfahrungsbasiertes, theoretisches und sozial verfügbares Wissen in die praktische Anwendung, um soziotechnische Probleme zu lösen (vgl. Lopez-Cruz, 2022, S. 134; Stacey et al., 2025, S. 9 f.). Die Ingenieursarbeit befasst sich also mit zielgerichteten Aktivitäten um *„bestehende Situationen in bevorzugte Situationen zu verändern“* (Papalambros, 2015, S. 9). Als Ingenieurwissenschaft interpretiert, zielt sie darauf ab, Ingenieure bei der sozio-technischen Problemlösung zu unterstützen (vgl. Gericke et al., 2020, S. 1), indem methodisches Wissen sowohl systematisch als auch wissenschaftlich aufbereitet und bedarfsgerecht nutzbar gemacht wird.
Dies entspricht auch der Intention der vorliegenden Arbeit, die sich in ihrer Zielsetzung widerspiegelt. Mit der vorliegenden Dissertationsschrift wurde folgendes Ziel verfolgt:

Zielsetzung der Arbeit

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist es, agil gemanagte Produktentwicklungsprojekte durch ein Ergebnisartefakt zu unterstützen, das aus der Anwendung der systemischen Denkweise resultiert. Dadurch sollen situations- und kontextspezifische Anpassungen hinsichtlich Führung erleichtert werden.

Im Rahmen dieser Arbeit lag der Fokus auf Scrum-basierten agilen Produktentwicklungsprojekten, da das Scrum-Framework in der industriellen Praxis als Quasi-Standard für die agile Entwicklung physischer Produkte gilt. Durch die systemische wie auch systematische Betrachtung einzelner struktureller Elemente und ihrer Beziehung zur Agilität wurde herausgearbeitet, dass das Scrum-Framework eine symbiotische Beziehung zum Agilitätskonstrukt aufweist. Methodologisch zeigt sich, dass dessen Basiselemente sowie deren Wirkmechanismen sowohl in stabilen als auch dynamischen Umgebungen zur Anwendung gebracht werden. Durch die Anpassung jener *Basis* wurde gezeigt, dass Scrum selbst ein essenzielles Mittel *„zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens unter VUCA-Bedingungen [(Zweck) ist]“* (Schmidt, 2019, S. 46). Anders formuliert, sind die inhärenten Elemente und Wirkmechanismen des Scrum-Frame-

works eine bereits auf VUCA-Bedingungen ausgerichtete und prozessierte Führungsantwort einer im Kontext der Softwarenentwicklung erlebten Umwelt. Durch die Theoriebildung dessen mittels einer deutsch-militärischen Führungsperspektive ist es gelungen, ein Ergebnisartefakt bereitzustellen, dass situations- und kontextspezifische Anpassungen hinsichtlich Führung erleichtert und methodisch unterstützt, sodass agil gemanagte Produktentwicklungsprojekte künftig effektiver und effizienter ausgestaltet werden können. Im Einklang mit Paetzold (2022, S. 204) ist es *„im Hinblick auf eine effektive und effiziente Entwicklung [nämlich] notwendig, nicht nur die Daten- und Informationsflüsse zu kennen, sondern diese auch im Sinne der Zielerreichung [einer Auftragserfüllung] zu gestalten. Grundlage hierfür ist [jedoch] die Kenntnis der [Führungs- und] Entwicklungslogik bzw. der daraus abgeleiteten [Führungs- und] Entwicklungsprozesse."*

ⓘ *Das Zitat von Paetzold (2022, S. 204) wurde durch den Autor inhaltlich erweitert*

Insofern betrachtet der Autor der vorliegenden Arbeit die Zielsetzung der Dissertation als erreicht, da jenes Verständnis durch das erzeugte Ergebnisartefakt dieser Arbeit verbessert wird.

7.2 Limitationen

Wie jede wissenschaftliche Arbeit ist auch diese Dissertationsschrift durch methodische und konzeptionelle Limitationen gekennzeichnet. Daher sind bei der Nutzung und Interpretation der in dieser Arbeit enthaltenen Ergebnisse mehrere Einschränkungen zu berücksichtigen, die nachfolgend transparent dargelegt werden.

Methodische Einschränkungen

Hinsichtlich der methodischen Einschränkungen ist anzumerken, dass bereits im Rahmen der Literaturrecherche zum Themengebiet der Agilität, Beiträge aufgrund von Suchkriterien (z. B. Schlagwörter) und Filterkriterien (z. B. Domänen) nicht berücksichtigt wurden. Ferner gilt es zu erwähnen, dass im Rahmen der deskriptiven Studie I (der Design Research Methodology) die Datenerhebung überwiegend in der DACH-Region erfolgte (vgl. z. B. Michalides et al., 2022) und daher eine Generalisierbarkeit der Ergebnisse nur eingeschränkt gegeben ist. Des Weiteren wurden im Rahmen der *Fallstudie Bundeswehr* Interviews durchgeführt

und verwendet, weshalb bestimmte methodische Verzerrungen (vgl. Podsakoff et al., 2003, S. 881 ff.) sowie Verhaltens- und kognitive Verzerrungen (Flyvbjerg, 2021, S. 531 ff.) nicht vollständig auszuschließen sind. Solche Verzerrungen können zum Beispiel die Auswahl und Größe der Stichprobe betreffen, die hier unter Berücksichtigung des Untersuchungsziels als zweckmäßig beurteilt wurde. Auch die Tatsache, dass der Autor selbst Angehöriger der Bundeswehr ist, muss im Sinne der wissenschaftlichen Transparenz erwähnt werden, da dies in Anlehnung an Saunders et al. (2012, S. 86) einen Einfluss auf die Interpretation (kognitive Verarbeitung) der Ergebnisse haben kann. Des Weiterhin gilt es zu ergänzen, dass grundsätzlich auch andere oder zusätzliche Methoden hätten zur Anwendung gebracht werden können. So wäre es prinzipiell denkbar gewesen, die Fallstudie innerhalb der Bundeswehr im Kontext einer realen Einsatzgestellung mittels Beobachtungen und fokussierten Interviews durchzuführen. Nichtsdestotrotz wurde der gewählte Ansatz aufgrund von Randbedingungen (z. B. zeitliche) als zweckmäßig beurteilt. Dies gilt im gleichen Maße für die Datenerhebungen im Kontext der deskriptiven Studie I der Design Research Methodology. Erkenntnisse lassen sich exemplarisch auch durch Industrie-Workshops oder Fokusgruppen-Diskussionen gewinnen. Ebenso wäre es denkbar gewesen, die herausgearbeitete Problemstellung im Kontext eines konkreten Industrieunternehmens zu analysieren und zu bearbeiten, wie es üblicherweise im Rahmen von Industriepromotionen erfolgt. Abschließend sei im Kontext methodischer Einschränkungen ergänzt, dass bei der Analyse fremdsprachiger Literatur Übersetzungsunschärfen auftreten können, die Fehlinterpretationen begünstigen.

Konzeptionelle Einschränkungen

Neben methodischen Einschränkungen unterliegt die Arbeit auch konzeptionellen Einschränkungen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Systemdenken als konzeptioneller Rahmen angewendet, wobei die systemische Sichtweise nahelegt, dass nicht alle Komponenten eines Systems verstanden oder untersucht werden können (Haberfellner et al., 2019, S. 3 ff.). Dies wird unter anderem dadurch ersichtlich, dass innerhalb der Arbeit Strukturelemente und nicht Verhaltenselemente konkretisiert werden.

Darüber hinaus ist anzumerken, dass der Fokus dieser Arbeit auf der Analogiebildung (nicht Gleichstellung) zwischen militärischer und produktentwickelnder Praxis liegt, wobei nicht die gesamte Vielschichtigkeit dieser Kontexte betrachtet werden konnte, sodass die Übertragbarkeit in der speziellen Anwendung kritisch reflektiert werden muss. So wurden beispielsweise nicht alle Arten und Implikationen von Befehlen (z. B. Feuerbefehle, Operationsbefehle, Befehlsgewalt etc.) berücksichtigt (vgl. BMVg, 2021a, S. 353 ff.; BMVg, 2017c, S. 31 ff.), da die Abstraktionsebene und Zielsetzung anders formuliert sind. Ferner ist eine vollständige Modellierung sämtlicher Rollenstrukturen (z. B. Dienstgrade, Dienststellungen etc.) realer Streitkräfte (z. B. der Bundeswehr) nicht untersucht worden, obwohl diese potenziellen Erkenntnisse weitere Kontrastierungen oder gar Abgrenzungen hinsichtlich Führung ermöglichen können. Unter Berücksichtigung des Themenfelds der Produktentwicklung gilt dies gleichermaßen. Hauptuntersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit war das Scrum-Framework, sodass andere agile Methoden nicht detailliert betrachtet wurden, obwohl sie potenziell weitere Erkenntnisse liefern könnten. Ferner wurden die sogenannten *Constraints of Physicality* nur mittelbar betrachtet, da sich die Gestaltung physischer Inkremente im Sinne eines Führungsmittels aus jenem Zweck ergeben muss. Wie sich die Inkremente als Ergebnisse konkret ausgestalten lassen, wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelt. Gleiches gilt für die konkrete Konfiguration von Rollen oder Prozessmodellen im Kontext unterschiedlicher Entwicklungsaufträge physischer Produkte. So wurde zwar herausgearbeitet, dass Anpassungen am Auftrag gespiegelt werden müssen, wie sich diese jedoch konkret im Sinne von Handlungsempfehlungen implementieren lassen, bleibt offen.

Persönliche Anmerkung

Abschließend gilt es für Forschende und insbesondere für wissenschaftliche Mitarbeiter im Rahmen ihrer Zwänge und Randbedingungen sorgfältig abzuwägen, mit welchen Ansätzen und Methoden die proklamierten Forschungsziele unter Berücksichtigung des Arbeitsumfangs erreicht werden können. Es ist daher wichtig, die Limitationen der vorliegenden Arbeit transparent

dazustellen, damit ein konstruktiver und kritischer Diskurs ermöglicht wird. Denn wie Gregor and Hevner (2013, S. 338) zutreffend ausführen, gehört zur Schaffung von Wissen auch die kritische Reflexion der eigenen Ergebnisse.

7.3 Ausblick

Die vorliegende Arbeit schließt mit einem Ausblick, in dem mögliche Bedarfe zukünftiger Forschung aufgezeigt werden.
Wie im Unterkapitel 7.2 benannt, sollten weitere Facetten des systemischen Verständnisses der Agilität untersucht werden, um das theoretische Verständnis von Agilität zu erweitern. In einem nächsten Schritt sollte eine intensivere Auseinandersetzung mit den Verhaltenselementen erfolgen, da diese eine regulatorische Funktion für die Zusammenarbeit bei der Verwirklichung gemeinsamer Ziele übernehmen. Dies betrifft verborgen gebliebene Werte, Prinzipien und Konstrukte. Diese sind insbesondere für den Handlungs- und Gestaltungsspielraum selbstorganisierender Organisationseinheiten von Bedeutung. Ein im Rahmen dieser Arbeit vorgestelltes Verhaltenselement stellt das Konstrukt der Absicht dar, welche formuliert und kommuniziert wird. Die qualitative Analyse dieser Arbeit legt nahe, dass die Absicht als Moderatorvariable wirkt, indem sie die Beziehung zwischen Anpassungsfähigkeit und Projekterfolg in dynamischen Umgebungen verstärkt. Im Rahmen künftiger Forschung gilt es, die Signifikanz dieser Beziehung im Kontext agiler Produktentwicklungsprojekte zu testen.
Darüber hinaus ist es lohnenswert, die Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Rollenkonfigurationen innerhalb agiler Projekte unter Berücksichtigung zunehmender Erfahrungswerte zu untersuchen. In der industriellen Praxis zeigt sich beispielsweise häufig, dass ein Scrum Master mehreren Teams zugeordnet ist. Zukünftige Forschung könnte daher analysieren, wie sich konkrete Rollenzuweisungen und -konfigurationen auf die Zusammenarbeit und den Projekterfolg auswirken.
Ferner gilt es die Führungsimplikationen dieser Arbeit auf die sogenannten *Constraints of Physicality* zu spiegeln. Dies könnte

insbesondere dazu beitragen, Artefakte wie das Inkrement theoretisch präziser zu fassen, um dessen Gestaltungsformen (vgl. Weiss et al., 2023, S. 15) zu optimieren.
Ein weiteres Forschungspotenzial liegt im Transfer dieser Ergebnisse auf andere Unternehmensbereiche, welche die Produktentwicklung tangieren, wie etwa den Einkauf oder die Produktionsplanung. Auch wenn das Ergebnisartefakt der Scrum-Modifikation grundsätzlich domänenübergreifend einsetzbar erscheint, sollte seine Anwendbarkeit in anderen Unternehmensbereichen empirisch überprüft werden.
Im Kontext der Produktentwicklung gilt es ferner, Effektivität und unternehmerische Leistungsindikatoren (z. B. Kosten) in Einklang zu bringen. Vor diesem Hintergrund besteht weiterer Forschungsbedarf darin, die bedarfsgerechte Konfiguration im Detail zu unterstützen. Hier könnte sowohl die Integration als auch der Nutzen von (datenbasierten) Heuristiken untersucht werden, welche als *„adaptive Strategien [verstanden werden], die sich als Reaktion auf die Notwendigkeit entwickelt haben, mit begrenztem Wissen und begrenzter Zeit Schlüsse zu ziehen und Entscheidungen zu treffen“* (Gigerenzer and Todd, 2001, S. 171).
Denn im Kontrast zur Intuition, welche in Anlehnung an Shirley and Langan-Fox (1996, S. 564) als *„[ein] Gefühl, etwas mit Bestimmtheit zu wissen, das auf inadäquaten Informationen beruht und ohne bewusstes, rationales Denken erlangt wurde“* verstanden werden kann, könnten solche Untersuchungen dazu beitragen Konfigurationen fundierter zu planen (vgl. Lender, 2024, S. 1 ff.).
Die Entwicklung agiler Führungskräfte ist ebenfalls von Interesse (vgl. Porkodi, 2024, S. 134), welche jedoch auch adäquat geschult, gecoacht und im Sinne einer Fehlerkultur unterstützt werden müssen. Vor diesem Hintergrund besteht weiterer Forschungsbedarf zur Fehlerkultur, insbesondere um zu untersuchen, wie Führungskräfte auch bei Fehlentscheidungen, angemessen unterstützt werden können.
Abschließend sei erwähnt, dass auch weitere Analogien untersucht oder vertieft werden können, um daraus weitere Theorien, Modelle und Artefakte zu entwickeln, die darauf abzielen, Unternehmensleistungen zu verbessern.

Glossar

Aktivität Eine Aktivität beschreibt die Verarbeitung einer oder mehrerer Eingangsinformationen (Input) zu einer oder mehreren Ausgangsinformationen (Output) (Lindemann, 2009, S. 16). 20, 27, 29, 36, 68, 144, 178, 187, 192, 298

Anforderung Eine Anforderung beschreibt die Festlegung der qualitativen und quantitativen Eigenschaften eines Produktes aus Sicht des Auftraggebers (Lindemann, 2009, S. 329). Allgemeiner beschreiben die Anforderungen festgelegte, vorrausgesetzte oder erwartete Beschaffenheit und Gebrauchstauglichkeit der im Projekt zu erbringenden Leistungen (GPM, 2019, S. 1041). Anforderungen werden von Interessenvertretern benötigt oder gewünscht und beschreiben so einen Nutzen oder ein Bedürfnis (Krause and Gebhardt, 2018, S. 72). Eine Übersicht zu weiteren Definitionen des Anforderungsbegriffes findet sich in (Mattmann, 2017, S. 355 ff.). 26, 97, 98, 105, 239

Annahme Eine Annahme ist eine (für die Planung festgelegte) Vermutung über die aktuelle Situation und/oder den künftigen Verlauf von Ereignissen, um Einschätzungen zu vervollständigen oder Entscheidungen über die Vorgehensweise zu treffen (NSO, 2021, S. 15; NSO, 2018, S. 36 f.). 28, 53, 55, 56, 65, 288

Artefakt Artefakte sind symbolische Darstellungen oder physische Instanziierungen von Ergebnissen oder Teillösungen (Gill and Hevner, 2011, S. 238). Artefakte sind folglich meist von Menschenhand geschaffene Dinge physischer oder immaterieller Art (Dresch et al., 2015, S. 106). Artefakte werden daher auch als Projektliefergegenstände wie

Dokumente, Vorlagen oder Produkte konzeptualisiert (PMI, 2021, S. 236). Nichtsdestotrotz kann im Kontext dieser Arbeit auch ein mündlicher Befehl oder ein Zustand als Artefakt abstrahiert werden, sofern er der vorherigen Beschreibung hinreichend genügt.. 20, 29, 30, 95–98, 100, 184, 194, 195, 203, 216, 222, 231, 238, 239, 265, 267, 297

Aufgabe Eine Aufgabe beschreibt eine mit bekannten Mitteln erreichbare Zielsetzung (VDI, 2019, S. 4). 20, 23, 24, 37, 54, 68, 97, 131, 145, 195, 197, 220, 237

Bedürfnis Bedürfnisse beschreiben einen subjektiv erfahrenen oder objektiv vorliegenden Mangelzustand mit dem Streben diesen Mangelzustand zu beseitigen, da dieser Mangel beengt, gefährdet oder behindert (vgl. Toepfer, 2011, S. 156). Insofern bestimmen Bedürfnisse das Handeln des Menschen (GPM, 2019, S. 670). 23, 24, 101, 238

Cyber-physisches System Das cyber-physische System basiert auf einem mechatronischen Kern, der durch seine Vernetzung mit dem Internet der Dinge und Dienste gekennzeichnet ist, wodurch beispielsweise Verhaltens- oder Eigenschaftsänderungen während des Betriebs ermöglicht werden (VDI, 2021a, S. 4). 45

Entschluss Ein Entschluss ist das zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandene Ergebnis eines Entscheidungsfindungsprozesses, zu dem mehrere zweckmäßige Alternativen zur Verfügung standen (vgl. Meghann and Orla, 2013, S. 1100). Der Entschluss wird häufig als Handlungsfestlegung formuliert. Innerhalb der Bundeswehr beinhaltet dieser das Wer, Was, Wann, Wie, Wo, Wozu. 195, 197, 207, 246

Ereignis Ein Ereignis oder Event beschreibt den Eintritt oder Veränderung einer bestimmten Kombination von Umständen. Ein Ereignis kann einmal oder mehrmals eintreten und mehrere Ursachen und mehrere Auswirkungen haben (DIN, 2018, S. 8). Sie können auch als Vorgänge zu einem

bestimmten Zeitpunkt verstanden werden, in dem etwas geschieht (vgl. Bañuls et al., 2017, S. 96). 95, 96, 204

Ergebnis Ein Ergebnis ist ein Resultat oder eine Folge eines Prozesses oder Projekts. Sie können einen Ausgangswert darstellen (vgl. PMI, 2021, S. 239). Im Englischen wird zwischen Output und Outcome unterschieden (vgl. Zwikael and Huemann, 2023, S. 2). 20, 98

Fakt Ein Fakt ist eine Information, die zu einem gegebenen Zeitpunkt als wahr gilt (vgl. NSO, 2018, S. 19). Daher sollten Fakten unabhängig von Meinungen und objektiv überprüfbar sein. 55, 129

Framework Das Framework bildet einen konzeptionellen Rahmen sowie eine Struktur, die "etwas" zugrunde legt und einem bestimmten Zweck dient (Stamer et al., 2016, S. 151). Das Framework dient somit als Ordnungsrahmen von Elementen und gibt Überblick über diese (vgl. Atzberger et al., 2020b, S. 468), in dem es Konzepte miteinander verknüpft, die zusammen ein umfassendes Verständnis eines Phänomens oder von Phänomenen ermöglichen (Jabareen, 2009, S. 51). Frameworks bieten insofern explizite Denkweisen darüber, wie zum Beispiel Produkte entwickelt werden oder werden sollten, und nutzen diese Logik, um Benutzer zu verschiedenen Formalismen oder Modellinstanzen zu führen und die Beziehungen zwischen ihnen zu verdeutlichen (Eckert et al., 2017, S. 10 f.). 30–32, 91, 94, 96, 232, 235, 288

Funktion Eine Funktion beschreibt einen allgemeinen und gewollten Zusammenhang zwischen Eingangs- und Ausgangsgrößen eines Systems mit dem Ziel, eine Aufgabe zu erfüllen (VDI, 2021b, S. 8; Bender and Gericke, 2021, S. 14). Funktionen sollten am Zweck orientiert und lösungsneutral beschrieben werden (Ponn and Lindemann, 2011, S. 56). Im Systemkontext entspricht die Funktion oft dem Zweck beziehungsweise der Zweckperspektive eines Elements (vgl. Haberfellner et al., 2019, S. 4). 37, 96, 186, 202

Führung Führung ist die auf die Erreichung eines Zieles ausgerichteter ständiger Prozess des planenden und steuernden Einwirkens auf das Verhalten anderer Menschen (BMVg, 2023a, S. 6; BMVg, 2022a, S. 49). Führung wird in einer dualen Beziehung zum Management verstanden und beschäftigt sich insbesondere mit der menschlichen Seite dessens (PMI, 2024, S. 24). Eine Übersicht zu weiteren Definitionen beziehungsweise zum Verständnis des Führungsbegriffs findet sich in (Yukl, 2013, S. 3; Northouse, 2018, S. 33 ff.). 12, 21, 22, 72, 124, 130, 131, 212, 232, 233, 240, 265, 288

Handlung Eine Handlung beschreibt eine Tätigkeit mit bewussten und zielgerichteten Verhalten. Sie stellt somit einen durch ein bestimmtes Ziel ausgrenzbaren Tätigkeitsabschnitt von beschränkter Dauer dar (Häcker and Stapf, 2004, S. 391). 30, 32, 125, 192, 204, 233, 235, 254

Heuristiken Heuristiken sind adaptive Strategien, die sich als Reaktion auf die Notwendigkeit entwickelt haben, mit begrenztem Wissen und begrenzter Zeit Schlüsse zu ziehen und Entscheidungen zu treffen (Gigerenzer and Todd, 2001, S. 171), um Ziele zu erreichen. Im Zuge der Digitalisierung entstehen heutzutage eine Vielzahl an Metadaten die zur Nutzung datenbasierter Heuristiken genutzt werden können. In diesem Sinne sind datenbasierte Heuristiken handlungsweisende Empfehlungen, die zum Beispiel aus historischen Projektdaten ermittelt werden können und bei begrenztem Wissen der Zielerreichung dienen (Lender, 2024, S. 162)). 303

Interaktion Eine soziale Interaktion bezeichnet in Anlehnung an Köck and Ott (1997, S. 333) die umfassende, also nicht nur auf sprachlicher Kommunikation beruhende Wechselbeziehung zwischen Individuen oder Personengruppen mit verhaltensbeeinflussender Wirkung. Nicht soziale Interaktionen erweitert diese um nichtmenschliche Elemente. 52, 62, 107, 129, 130, 240

Interdisziplinarität Gemäß Szostack (2013, S. 44) beinhaltet Interdisziplinarität die Integration von Erkenntnissen aus mehreren Disziplinen, um ein komplexes Thema besser zu verstehen. Folglich werden Perspektiven aus verschiedenen monodisziplinären Ansätzen zusammengeführt. 19, 34, 220, 242

Iteration Eine Iteration beschreibt eine auf ein Ziel gerichtete Wiederholung von Handlungen oder Aktivitäten. Ziel einer Iteration kann es beispielsweise sein, ein Ergebnis zu verbessern (Wynn and Eckert, 2017, S. 156). Nach Wynn and Eckert (2017, S. 161) können Iterationen sowohl positiv als auch negativ sein. Ferner können sie unterschiedlich klassifiziert werden (Wynn and Eckert, 2017, S. 173 f.). Ein Sprint (vgl. Scrum) stellt insofern eine zeitlich beschränkte Iteration dar. 36, 55, 66

Konstrukt Konstrukte sind konzeptionelle Abstraktionen von Phänomenen, die nicht mittelbar beobachtet werden können (Suddaby, 2010, S. 343). Die Konstrukte sind oft mit bewusster Absicht für einen speziellen wissenschaftlichen Zweck konzipiert (Suddaby, 2010, S. 343). Aus dem Lateinischen abgeleitet, bedeutet "Konstrukt" in etwa "mit Struktur", siehe construo (verbinden, aufschichten, zusammenfügen). 6, 162, 185, 245, 290

Kontrolle Die Kontrolle stellt einen formalen Abgleich zwischen Ist-Zuständen und Soll-Zuständen (z. B. Ziele) dar. Nach Klein (2008, S. 289) ist Kontrolle stets rückwärtsgerichtet. Sie beschreibt demgemäß den Vergleich zwischen geplanten und realisierten Größen sowie die Analyse der Abweichungsursachen. Die Beseitigung potenzieller Mängel ist also nicht Gegenstand der Kontrolle. Dies ist in Anlehnung an Klein (2008, S. 289) Teil des "'Controlling"', welches zukunftsgerichtet ist und die darauffolgende Steuerung, Lenkung und Regelung zur Ableitung von Maßnahmen beinhaltet. 195, 196

Konzept Ein Konzept beschreibt die erste Fassung von etwas,

zum Beispiel von einem Plan oder Vorhaben (Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 910). Das Konzept kann aber ebenso als kognitive Symbolik verstanden werden (Podsakoff et al., 2016, S. 161), welche die Eigenschaften, Merkmale oder Charakteristika eines Phänomens in der realen oder phänomenologischen Welt spezifiziert. Demgemäß ist das Konzept also ein kognitives Symbol, das für die Community, die es verwendet, eine Bedeutung hat. Die Tatsache, dass es die Attribute oder Merkmale, die es definieren, spezifiziert, legt nahe, dass es die Kombination dieser Merkmale ist, die es erlaubt, das Konzept von anderen, verwandten Konzepten zu unterscheiden (Podsakoff et al., 2016, S. 161). Konzepte sind somit irreduzible Elemente von Theorien oder theoretischen Systemen (Podsakoff et al., 2016, S. 166). Entsprechend gilt, je präziser die konzeptualisierten Elemente sind, desto präziser die Theorie. Zusammenfassend sind Konzepte die grundlegenden Bausteine der Theorie, die es ermöglichen, komplexe Phänomene mit einer gemeinsamen Sprache zu organisieren. 6, 48, 56, 58, 64, 66, 98, 99, 177–179, 228, 244, 290

Lage Die Lage beschreibt die vorliegende und gegenwärtige Situation von militärischen Einheiten im Kontext ihrer Umwelt. Im militärischen Kontext wird dahingehend zum Beispiel zwischen ziviler und feindlicher Lage unterschieden (vgl. BMVg, 2023a, S. 4). Ein bedeutungsgerechtes Synonym der Lage ist folglich die Situation. 136, 194–196

Mechatronisches Produkt Das mechatronische Produkt beziehungsweise System integriert mechanische und elektrisch/elektronische Komponenten sowie eine dazugehörige Informationsverarbeitung (VDI, 2021a, S. 6). 43

Methode Beschreibung eines regelbasierten und planmäßigen Vorgehens, nach der bestimmte Tätigkeiten auszuführen sind, um ein gewisses Ziel zu erreichen (Lindemann, 2009, S. 57). Insofern sind sie formalisierte Darstellungen um

Denkprozesse und Handlungen zu leiten oder zu erleichtern (Daalhuizen and Hjartarson, 2020, S. 2). Je nach Kontext kann der Begriff *Methode* jedoch unterschiedlich verstanden werden (vgl. Stacey et al., 2025, S. 3). 30, 57, 90, 94, 104, 144, 154, 159, 278, 287

Methodik Eine Methodik verbindet Methoden, Richtlinien und Werkzeuge, die jeweils einzeln existieren können, durch ein organisiertes Vorgehen (Gericke et al., 2022, S. 10). Die Methodik stellt somit ein Zusammenwirken von Einzelelementen und Methoden dar (Lindemann, 2009, S. 58). 91, 94

Modell Gegenüber einem Original zweckorientiert vereinfachtes, gedankliches Gebilde, das Analogien zu diesem Original aufweist und so bestimmte Rückschlüsse auf das Original zulässt (vgl. VDI, 2021b, S. 9; Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 911; Browning et al., 2006, S. 105). Sie unterstützen zum Beispiel als Grundlage die Kommunikation (Bender and Gericke, 2021, S. 59) und können ferner in deskriptive, präskriptive und prädiktive Modelle (vgl. Chakrabarti and Blessing, 2015, S. 2; Wynn and Clarkson, 2024, S. 94; Browning et al., 2006, S. 115) sowie Makro-, Meso- und Mikromodelle (vgl. Wynn and Clarkson, 2017, S. 164) unterschieden werden. 39, 91, 95, 222, 259, 270, 290, 296

Nutzen Der Nutzen bezieht sich auf den tatsächlichen Wert in Form eines Ertrags, Vorteils oder Ergebnisses eines Prozesses, einer Anwendung, einer Handlung oder eines Artefakts (vgl. Höffe, 2013, S. 10 ff.). Der Nutzen ist der Hauptgrund, warum eine Organisation versucht, durch etwas (z.B. Programme und Projekte) Veränderungen herbeizuführen (Williams et al., 2020, S. 644). 19, 98, 161, 178, 182, 183, 233, 288

Organisation Organisation beziehungsweise das Organisieren bezieht sich auf die Dauer gerichtete, methodische Zuord-

nung von Menschen und Sachmitteln, um für deren bestmögliches Zusammenwirken im Sinne der dauerhaften Erreichung vorgegebener Ziele die günstigsten Bedingungen zu schaffen. Das Ergebnis dieses Prozesses wird ebenfalls als Organisation bezeichnet (Hub, 1994, S. 1). Ferner werden auch Institutionen und Unternehmen als Organisationen bezeichnet, da sie der Beschreibung genügen. 24, 41, 64, 66, 121, 182, 186, 213, 267

Phase Eine Phase ist ein zeitlich begrenzter Abschnitt. 21, 27, 150, 183

Plan Ein Plan ist ein vorgeschlagener, gedachter Weg, um etwas zu erreichen (PMI, 2021, S. 245) und stellt somit die geistige Vorwegnahme zukünftigen Handels dar (vgl. Klappert et al., 2011, S. 15). Ein Plan weist somit auch Personal und Ressourcen für eine definierte Zeitdauer zu. Die Planung kann als Prozess zur Erzeugung des Plans interpretiert werden. 98, 195

Praktik Eine Praktik beziehungsweise Praktiken bieten sowohl kontext- als auch situationsabhängige anwendbare Lösungselemente, welche Werte, Prinzipien oder gar Erfahrungen praktisch umsetzen (vgl. Kantelberg, 2018, S. 135). 74, 79, 82, 94, 103, 112, 129, 270, 278

Problem Ein Problem ist eine Fragestellung oder Aufgabe, dessen Lösung und dessen Weg zur Lösung unbekannt ist. Dabei ist das Problem durch einen unerwünschten Anfangszustand, einen erwünschten Endzustand und der Barriere zur Umsetzung gekennzeichnet (Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 912). 5, 24, 34, 104, 234

Projekt Ein Projekt ist ein Vorhaben, das im Wesentlichen durch Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist (DIN, 2009, S. 11). Es ist oft ein zeitlich definiertes und begrenztes Vorhaben, mit dem Ziel, ein Produkt, eine Dienstleistung oder ein Ergebnis zu schaffen (PMI, 2021, S. 4). Eine Übersicht zu weiteren Definitionen des

Führungssbegriffes findet sich in (Huemann and Turner, 2024, S. 12 ff.). 19, 54, 55, 95, 98, 247, 294

Prototyping Prototyping beschreibt den Entwurf und die Erstellung einer frühen Version eines Produkts (Gunasekaran, 1998, S. 1231). Demzufolge kann dieser Entwurf auch Teil einer virtuellen, computerbasierten Umgebung sein. 92

Prozess Ein Prozess ist eine Folge von Aktivitäten unter Nutzung von Information und Wissen sowie materiellen Ressourcen (Lindemann, 2009, S. 16). Ein Prozess kann insofern einerseits als Abfolge auszuführender Aktivitäten (Ablauf), andererseits aber auch als deren tatsächliche Durchführung verstanden werden (vgl. Eckert and Clarkson, 2010, S. 153; Stacey et al., 2025, S. 4). Diese zwei Betrachtungsweisen stellen einen subtilen Unterschied dar. 20, 29, 62, 83, 95, 178, 192, 217, 233, 234, 259, 289

Prozessmodell Ein Prozessmodell ist die schematische Darstellung eines Prozesses und kann als eine Abstraktion eines Prozesses, die versucht, dessen wichtige Aspekte darzustellen, verstanden werden (Browning, 2010, S. 316). Gemäß Schuh and Bender (2012, S. 163) ist es Aufgabe eines Prozessmodells, die benötigten Aktivitäten zur Durchführung von Aufgabenstellungen logisch zu organisieren. 28–30, 94

Randbedingung Eine Randbedingung ist eine aus dem Umfeld der Entwicklung resultierende Einschränkung, die von anderen verantwortet wird und daher zwar ermittelt, aber nicht eigenständig definiert oder geändert werden kann (Stegmiller, 2021, S. 66). 41, 47, 234, 256

Reaktionsfähigkeit Reaktionsfähigkeit kann definiert werden als die Fähigkeit, zielgerichtet und innerhalb eines angemessenen Zeitrahmens auf bedeutende Ereignisse, Gelegenheiten oder Bedrohungen (insbesondere aus dem externen Umfeld) zu reagieren, um Wettbewerbsvorteile zu erzielen oder zu erhalten (Barclay et al., 1996, S. 52). 65, 182

Ressource Ein Ressource ist ein Mittel, das in einem Prozess genutzt wird oder genutzt werden kann. Ressourcen können materieller und immaterieller Natur sein (VDI, 2022, S. 4). Ressourcen unterscheiden sich somit vom Personal. 19, 20

Rolle Ein Rolle definiert ein Bündel von Erwartungen an das Verhalten des Inhabers einer Position als Rollenträger (vgl. PMI, 2021, S. 250). Bestandteile sind die zu erfüllende Aufgabe, die geforderte Verhaltensweise, mitzubringende Kompetenzen, einzuhaltende Spielregeln und Handlungsfreiräume, Zuständigkeiten und Verantwortungen (GPM, 2019, S. 752). 71, 95, 96, 98, 113, 205, 222, 240

Spezifikation Die Spezifikation ist eine detaillierte, eindeutige und konsistente Beschreibung der zu erbringenden Leistung, welche die erforderlichen Quantitäten und geforderten Qualitäten, Eigenschaften und Anforderungen beschreibt (GPM, 2019, S. 1098), welche prüfbar sind (vgl. Lindemann, 2009, S. 336). 105, 183

Struktur In einem System bilden Elemente und Beziehungen und einer Ordnung die Struktur dieses Systems. Ein Beispiel für eine Struktur ist die Hierarchie (vgl. Haberfellner et al., 2019, S. 8). 12, 72, 89, 105, 124, 125, 161, 186, 190, 265

System Mit System ist Konnektivität assoziiert. Darunter wird jede Ansammlung von Teilen oder Elementen, die in Beziehung zueinander und das Ganze bilden, verstanden (Hubka and Eder, 1984, S. 241 ff.). Insofern bestehen Systeme aus Elementen, Relationen, einer Systemgrenze und einem Umfeld (Haberfellner et al., 2019, S. 4 f.). Systeme sind zum Beispiel durch Eingangsgrößen und Ausgangsgrößen mit der Umwelt verbunden (Bender and Gericke, 2021, S. 12). 32, 111, 174, 178, 186, 190, 231, 264, 300

Theorie Eine Theorie ist singulär definiert das erklärende Wissen und bedarf im Sinne einer wissenschaftlichen Erkenntnis strukturelle Elemente (vgl. Sandberg and Alvesson,

2021, S. 507 ff.) und sollte in Anlehnung an Chakrabarti and Blessing (2015, S. 330) die Fragen *warum*, *wann*, *wo*, *wie* (mit welchen Mitteln), *wer* (für wen und von wem) mit ausreichender Genauigkeit beantworten. Damit geht eine Theorie über die Beschreibung eines konkreten Kontextes hinaus (Rouse et al., 2025, S. 257). Folglich geht es in der Theorie um die Zusammenhänge zwischen Phänomenen, um Gedanken darüber, warum Handlungen, Ereignisse, Strukturen und Gedanken auftreten (Sutton and Staw, 1995, S. 378). Eine Theorie ermöglicht es Forschern sowie Praktikern, Ergebnisse von Interesse zu verstehen und vorherzusagen, welche aktiv das Bewusstsein schärfen (vgl. Joslin and Müller, 2016, S. 1043). Theorien können ferner unterschieden werden in starke Theorien, partielle Theorien und unvollständige Theorien und genügen einer generellen Abstraktheit (vgl. Gregor and Hevner, 2013, S. 339 f.). 8, 10, 58, 131, 162, 185, 186, 228, 232, 288

Validierung Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass die Anforderungen für einen spezifischen beabsichtigten Gebrauch oder eine spezifische beabsichtigte Anwendung erfüllt worden sind (DIN, 2015, S. 50). Die Validierung wird öfters als binär aufgefasst, wohingegen die Evaluation eher ein Kontinuum darstellt, um zu bewerten, ob etwas grundsätzlich funktioniert und gut genug ist (vgl. Gericke et al., 2022, S. 14). 34, 35, 101, 152, 232, 270

Verfahren Ein Verfahren beschreibt eine festgelegte Art und Weise, eine Tätigkeit oder einen Prozess auszuführen (DIN, 2015, S. 35). 158

Verhalten Das Verhalten in seiner ursprünglichen und präzisen Bedeutung bezeichnet jede physische Aktivität eines lebenden Organismus, die grundsätzlich von anderen Beobachtern (objektiv, intersubjektiv) feststellbar ist (Häcker and Stapf, 2004, S. 1002). 22, 161, 186, 209, 231, 291

Verifizierung Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven

Nachweises, dass festgelegte Anforderungen erfüllt worden sind (DIN, 2015, S. 49). 100

Vorgehen Ein Vorgehen beschreibt Muster, Abläufe oder Handlungsweisen als Hilfsmittel um etwas zu tun - meist in Form einer Abbildung oder Beschreibung (vgl. Lindemann, 2009, S. 337). 28, 30, 136, 149, 166, 185, 261

Vorgehensmodell Ein Vorgehensmodell stellt die wichtigen Elemente von Handlungen und Abläufen dar und dienen insofern als Hilfsmittel zum Planen und Kontrollieren (Lindemann, 2009, S. 36). Diese repräsentieren zumeist die Perspektive des Menschen. 20, 30, 228, 257

Wert Ein Wert stellt die Wichtigkeit, Bedeutung oder Nützlichkeit einer Sache in subjektiver Art und Weise dar (PMI, 2021, S. 5). 19, 96, 119, 142, 183, 203, 247

Ziel Das Ziel beschreibt einen durch absichtsvolle Handlungen angestrebten Zustand (Lindemann, 2009, S. 344). Ziele sind insofern Soll-Vorstellungen (Ehrlenspiel and Meerkamm, 2017, S. 917). Im englischen Sprachraum wird zwischen Aim, Goal, Objective und Target unterschieden (vgl. Noddings, 2007; Doran, 1981). 19, 21, 36, 53, 98, 195, 197, 217, 220, 233, 237, 288

Zweck Der Zweck beschreibt einen Grund oder eine Intention, um etwas zu tun oder zu erreichen, und kann somit auch als mit bestimmtem Beweggrund angestrebtes Ergebnis einer Handlung verstanden werden (vgl. Jones-Khosla and Gomes, 2023, S. 90). 19, 182–184, 197, 202, 220, 232, 238, 288

Literatur

Acatech (2011). *Cyber-Physical Systems: Innovationsmotor für Mobilität, Gesundheit, Energie und Produktion*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Acharya, B. and Colomo-Palacios, R. (2019). A Systematic Literature Review on Autonomous Agile Teams. In *2019 19th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA)*, pages 146–151.

Adolph, S. (2006). What Lessons can the Agile Community learn from a Maverick Fighter Pilot? In *AGILE 2006 (AGILE'06)*, pages 1–6.

Aftab, S., Khalid, K., Waheed, A., Aftab, A., and Adnan, A. (2022). Role of Agile Leadership in managing Inter-Role Conflicts for a satisfying Job and Life during COVID-19 in a VUCA World. *Front Psychol*, 13:1–17.

Agarwal, A., Shankar, R., and Tiwari, M. K. (2006). Modeling the Metrics of Lean, Agile and Leagile Supply Chain: An ANP-based Approach. *European Journal of Operational Research*, 173(1):211–225.

Agarwal, U. A., Dixit, V., Nikolova, N., Jain, K., and Sankaran, S. (2021). A Psychological Contract Perspective of Vertical and Distributed Leadership in Project-based Organizations. *International Journal of Project Management*, 39(2):249–258.

Agarwal, V., Hameed, A. Z., Malhotra, S., Mathiyazhagan, K., Alathur, S., and Appolloni, A. (2023). Role of Industry 4.0 in Agile Manufacturing to achieve Sustainable Development. *Business Strategy and the Environment*, 32(6):3671–3688.

Ahmad, M. A., Baryannis, G., and Hill, R. (2024). Defining Complex Adaptive Systems: An Algorithmic Approach. *Systems*, 12(2):45.

Ahrens, V. (2024). *Systemdenken*, pages 9–133. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.

Aier, S. and Fischer, C. (2010). Criteria of Progress for Information Systems Design Theories. *Information Systems and e-Business Management*, 9(1):133–172.

Albers, A., Behrendt, M., Klingler, S., Reiß, N., and Bursac, N. (2017). Agile Product Engineering through Continuous Validation in PGE – Product Generation Engineering. *Design Science*, 3.

Albers, A. and Braun, A. (2011). A Generalised Framework to Compass and to Support Complex Product Engineering Processes. *International Journal of Product Development*, 15(1-3):6–25.

Albers, A., Burkardt, N., Meboldt, M., and Saak, M. (2005). Spalten Problem Solving Methodology in the Product Development. In *Proceedings of the 15th International Conference on Engineering Design*, Melbourne. Design Society.

Albers, A., Bursac, N., Heimicke, J., Walter, B., and Reiß, N. (2018). 20 Years of Co-Creation using Case Based Learning. In Auer, M. E., Guralnick, D., and Simonics, I., editors, *Teaching and Learning in a Digital World*, pages 636–647. Springer International Publishing.

Albers, A., Bursac, N., and Wintergest, E. (2015). Product Generation Development - Importance and Challenges from a Design Research Perspective. In *New Developments in Mechanics and Mechanical Engineering: Proceedings of the International Conference on Mechanical Engineering*, pages 16–21.

Albers, A., Ebel, B., and Lohmeyer, Q. (2012). Systems of Objectives in Complex Product Development. In *Tools and methods of competitive engineering: Proceedings of the ninth International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering (TMCE 2012), Karlsruhe, Germany, May 7-11, 2012. Ed.: I. Horváth*, pages 267–278. Delft University of Technology (TU Delft).

Albers, A., Heimicke, J., Müller, J., and Spadinger, M. (2019a). Agility and its Features in Mechatronic System Development: A Systematic Literature Review. In *ISPIM Innovation Conference (30th ISPIM)*, Florenz.

Albers, A., Heimicke, J., Spadinger, M., Reiß, N., Breitschuh, J., Richter, T., and Bursac, Nikola und Marthaler, F. (2019b). Eine Systematik zur Situationsadäquaten Mechatroniksystementwicklung durch ASD - Agile Systems Design. Report, Institut für Produktentwicklung (IPEK).

Albers, A., Heimicke, J., Trost, S., and Spadinger, M. (2020). Alignment of the Change to Agile through Method-Supported Evaluation of Agile Principles in Physical Product Development. *Procedia CIRP*, 91:600 – 614.

Albers, A., Hirschter, T., Fahl, J., Reinemann, J., Spadinger, M., and Hünemeyer, Sebastian und Heimicke, J. (2019c). Identification of Indicators for the Selection of Agile, Sequential and Hybrid Approaches in Product Development. *Procedia CIRP*, 84:838–847.

Albers, A., Reiss, N., Bursac, N., and Richter, T. (2016). iPeM – Integrated Product Engineering Model in Context of Product Generation Engineering. *Procedia CIRP*, 50:100–105.

Alberts, D., Bruzzone, A., Baisini, C., Chan, K., Ball, D., Daly-Hayes, M., Baráth, J., Davis, P., Bélanger, M., Dodd, L., Bernier, F., Farrell, P., Freire, F., Joglar, H., Gregg, R., Johansson, B., Hayes, R., Langsæter, T., Henshaw, M., and Sebastiani, M. (2014). Command and Control (C2) Agility: Technical Report, North Atlantic Treaty Organization - Research and Technology Organization. Report.

Alberts, D. and Hayes, R. E. (2006). Understanding Command and Control (Future of Command and Control). Report.

Alliance, A. (2023). Agile Essentials: Agile 101 - What is Agile?

Almeida, F. and Simões, J. (2021). Leadership Challenges in Agile Environments. *International Journal of Information Technology Project Management*, 12(2):30–44.

Alsaqqa, S., Sawalha, S., and Abdel-Nabi, H. (2020). Agile Software Development: Methodologies and Trends. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 14(11):pp. 246–270.

Ambler, S. W. (2002). *Agile Modeling - Effective Practices for eXtreme Programming and the Unified Process*. Wiley.

Ambler, S. W. and Lines, M. (2012). *Disciplined Agile Delivery: A Practitioner's Guide to Agile Software Delivery in the Enterprise*. IBM Press.

Ammersdörfer, T., Tartler, D., Kauffeld, S., and Inkermann, D. (2023). Evaluating Reflective Behavior in Engineering Design Retrospectives: An Initial Coding Scheme. *Proceedings of the Design Society*, 3:1685–1694.

Amna, A. R. and Poels, G. (2022). Ambiguity in User Stories: A Systematic Literature Review. *Information and Software Technology*, 145:1–14.

Amorim, J. C., Rocha, E. L., Minardi, L., Alves, V., de Freitas, E. P., Castro, T., Amrani, M., Ortiz, J., Schobbens, P.-Y., and Perrouin, G. (2023). Providing Command and Control Agility: A Software Product Line Approach. *Expert Systems with Applications*, 216:1–19.

Andelfinger, V. P. and Hänisch, T. (2017). *Industrie 4.0: Wie Cyber-physische Systeme die Arbeitswelt Verändern*. Springer Gabler, Wiesbaden.

Anderson, D. (2010). *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business*. Blue Hole Press.

Aramand, M. (2008). Software Products and Services are High Tech? New Product Development Strategy for Software Products and Services. *Technovation*, 28(3):154–160.

Attar, M. and Abdul-Kareem, A. (2020). *The Role of Agile Leadership in Organisational Agility*, pages 171–191. Emerald Publishing Limited.

Atzberger, A. (2022). *Agility in Mechatronics Unveiled - A Value Model for Describing the Interdependencies of Agile Development in Mechatronics*. Doctoral, Neubiberg.

Atzberger, A. and Dethloff, C. (2023). The HOTDOG Model - How turn a Tier 1 Automotive Company into an Agile Organization. *Proceedings of the Design Society*, 3:3395–3404.

Atzberger, A., Nicklas, S., Schrof, J., Weiss, S., and Paetzold, K. (2020a). Agile Entwicklung Physischer Produkte - Eine Studie zum Aktuellen Stand in der Industriellen Praxis. Report, University of the German Federal Armed Forces.

Atzberger, A. and Paetzold, K. (2019). Current Challenges of Agile Hardware Development: What are Still the Pain Points Nowadays? *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1):2209–2218.

Atzberger, A., Schmidt, T. S., Gerling, C., Weiss, S., Schrof, J., and Paetzold, K. (2019). Evolution of the Hype around Agile Hardware Development. In *International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, Valbonne Sophia-Antipolis, France.

Atzberger, A., Wallisch, A., Nicklas, S., and Paetzold, K. (2020b). Antagonizing Ambiguity – Towards a Taxonomy for Agile Development. *Procedia CIRP*, 91:464–471.

Aubry, M., Lièvre, P., and Hobbs, B. (2010). Project Management in Extreme Environments. *Project Management Journal*, 41(3):2–3.

Augner, T. and Schermuly, C. C. (2023). Agile Project Management and Emotional Exhaustion: A Moderated Mediation Process. *Project Management Journal*, 0(0):1–17.

Aurich, J. C. and Clement, M. H. (2010). *Produkt-Service Systeme: Gestaltung und Realisierung*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Avolio, B. J., Keng-Highberger, F. T., Lord, R. G., Hannah, S. T., Schaubroeck, J. M., and Kozlowski, S. W. (2022). How Leader and Follower Prototypical and Antitypical Attributes Influence Ratings of Transformational Leadership in an Extreme Context. *Human Relations*, 75(3):441–474.

Ays, J. (2022). *Kontextbasierte Integration Agiler und Plangetriebener Entwicklungsprozesse*. Doctoral, Aachen.

Badewi, A. (2016). The Impact of Project Management (PM) and Benefits Management (BM) Practices on Project Success: Towards Developing a Project Benefits Governance Framework. *International Journal of Project Management*, 34(4):761–778.

Baham, C. and Hirschheim, R. (2021). Issues, Challenges, and a Proposed Theoretical Core of Agile Software Development Research. *Information Systems Journal*, 32(1):103–129.

Baines, T. S., Lightfoot, H. W., Evans, S., Neely, A., Greenough, R., Peppard, J., Roy, R., Shehab, E., Braganza, A., Tiwari, A., Alcock, J. R., Angus, J. P., Bastl, M., Cousens, A., Irving, P., Johnson, M., Kingston, J., Lockett, H., Martinez, V., Michele, P., Tranfield, D., Walton, I. M., and Wilson, H. (2007). State-of-the-art in Product-Service Systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 221(10):1543–1552.

Balaji, A., Janardhanan, R., Johnston, S., and Kaka, N. (2018). How Predictive Analytics can Boost Product Development. Report, McKinsey.

Balasubramaniyan, S. M. (2021). *Leadership and Team Dynamics for a Successful Agile Organisational Culture*, book section chapter 2, pages 17–35. Advances in Systems Analysis, Software Engineering, and High Performance Computing.

Barber, H. F. (1992). Developing Strategic Leadership: The US Army War College Experience. *Journal of Management Development*, 11(6):4–12.

Barclay, I., Poolton, J., and Dann, Z. (1996). Improving Competitive Responsiveness via the Virtual Environment.

Barros, L., Tam, C., and Varajão, J. (2024). Agile Software Development Projects – Unveiling the Human-Related Critical Success Factors. *Information and Software Technology*, pages 1–12.

Baschin, J., Huth, T., and Vietor, T. (2020). Context-Specific Agile Process Design to Support the Planning of Product Development Projects. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, 1:491–500.

Basirati, M. R., Zou, M., Bauer, H., Kattner, N., Reinhart, G., Lindemann, U., Böhm, M., Krcmar, H., and Vogel-Heuser, B. (2018). Towards Systematic Inconsistency Identification for Product Service Systems. In *Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*, pages 2811–2820.

Bass, B. M. (1990). From Transactional to Transformational Leadership: Learning to Share the Vision. *Organizational Dynamics*, 18(3):19–31.

Bass, J. M. (2013). Agile Method Tailoring in Distributed Enterprises: Product Owner Teams. In *2013 IEEE 8th International Conference on Global Software Engineering*, pages 154–163.

Baur, N. and Blasius, J. (2014). Handbuch Methoden der Empirischen Sozialforschung.

Bañuls, V. A., López, C., Turoff, M., and Tejedor, F. (2017). Predicting the Impact of Multiple Risks on Project Performance: A Scenario-Based Approach. *Project Management Journal*, 48(5):95–114.

Beck, K. (1999). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison Wesley.

Beck, K. and Andres, C. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley Professional, USA - Canada.

Beck, K., Schwaber, K., Sutherland, J., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Thomas, D., Mellor, S., and Martin, R. (2001). Manifesto for Agile Software Development.

Ben-Haim, Y. (2018). WEI/WUV for Assessing Force Effectiveness Managing Uncertainty with Info-Gap Theory. *Military Operations Research*, 23(4):37–50.

Bender, B. and Gericke, K. (2021). Pahl Beitz Konstruktionslehre - Methoden und Anwendung Erfolgreicher Produktentwicklung.

Bennett, N. and Lemoine, G. J. (2014). What a Difference a Word Makes: Understanding Threats to Performance in a VUCA World. *Business Horizons*, 57(3):311–317.

Bergmann, T. and Karwowski, W. (2019). Agile Project Management and Project Success: A Literature Review. Advances in Human Factors, Business Management and Society, pages 405–414. Springer International Publishing.

Beuren, F. H., Pereira, D., and Fagundes, A. B. (2016). Product-Service Systems Characterization Based on Life Cycle: Application in a Real Situation. *Procedia CIRP*, 47:418–423.

Black, J. (2004). *Rethinking Military History*. Routledge, Taylor Francis Group, London, New York.

Blais, C., St-Pierre, J., and Bergeron, H. (2023). Performance Measurement in New Product Development Projects: Findings from Successful Small and Medium Enterprises. *International Journal of Project Management*, 41(2):1–16.

Bleicher, K. (1991). *Das Konzept Integriertes Management*. Campus.

Blessing, L. T. and Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodolgy*. Springer-Verlag, London.

Bloedorn, L. A. and Muethel, M. (2018). When German Soldiers Disobey for the Sake of the Troop: Examining Pro-Organizational Misbehavior. *Academy of Management Proceedings*, 2018(1).

BMVg (1957). Handbuch Innere Führung. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (1972). HDv 100/200: Führungssystem des Heeres. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (1973). HDv 100/100 BHD2: Truppenführung. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2000). HDv 100/100: Truppenführung. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2006). Weißbuch 2006: Zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr. Report, Bundesministerium der Verteidigung, Kommando Heer.

BMVg (2008). A-2600/1-v1: Innere Führung - Selbstverständnis und Führungskultur. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2016). Weißbuch 2016: Zur Sicherheitspolitik und zur Zukunft der Bundeswehr. Report, Bundesministerium der Verteidigung, Kommando Heer.

BMVg (2017a). A-500/50-v1: Grundsätze der Organisation. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2017b). C1-160/0-1003-v1: Truppenführung - Führung in Landoperationen. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2017c). C1-160/0-1004-v1: Truppenführung - Deutscher Führungsprozess der Landstreitkräfte. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2019a). A2-500/0-0-1-v1.2: Grundbegriffe der Militärischen Organisation, Unterstellungsverhältnisse, Dienstliche Anweisungen. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2019b). UMT - Führung im Einsatz - Taktik. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2021a). C2-227/0-0-1502-v1: Die Gebirgsjägerkompanie (Gebirgskampf bis Einheitsebene). Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2021b). K1-9000/1111-v1: Operative Leitlinien des Heeres zur Zukunft Deutscher Landstreitkräfte 2030+. Report, Bundesministerium der Verteidigung, Kommando Heer.

BMVg (2021c). K1-9000/1111: Vorläufige Operative Leitlinien des Heeres zur Zukunft Deutscher Landstreitkräfte 2030+. Report, Bundesministerium der Verteidigung, Kommando Heer.

BMVg (2022a). C1-160/0-1001-v2: Truppenführung. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2022b). C2-227/0-0-1600-v3: Führung der Panzertruppen. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2022c). Umt - Führung im Einsatz - Taktik. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2023a). C1-160/0-1003-v2: Führungssystem Landstreitkräfte (tf/füsys lask). Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2023b). C2-227/0-0-5650-v1: Unteroffizierausbildung im Uniformträgerbereich Heer. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

BMVg (2023c). Handbuch Innere Führung. Report, Bundesministerium der Verteidigung.

Boehm, B. W. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Computer*, 21(5):61–72.

Boell, S. K. and Cecez-Kecmanovic, D. (2015). On being 'Systematic' in Literature Reviews in IS. *Journal of Information Technology*, 30(2):161–173.

Bolzan de Rezende, L., Denicol, J., Blackwell, P., and Kimura, H. (2022). The main Project Complexity Factors and their Interdependencies in Defence Projects. *Project Leadership and Society*, 3:100050.

Bortz, J. and Schuster, C. (2010). *Stichprobe und Grundgesamtheit*, pages 79–95. Springer Berlin Heidelberg.

Bosch, J. and Bosch-Sijtsema, P. (2010). *Coordination Between Global Agile Teams: From Process to Architecture*, book section Chapter 15, pages 217–233.

Bott, M. and Mesmer, B. (2020). An Analysis of Theories Supporting Agile Scrum and the Use of Scrum in Systems Engineering. *Engineering Management Journal*, pages 76–85.

Boyd, J. R. (2012). The Essence of Winning and Losing.

Brand, M., Tiberius, V., Bican, P. M., and Brem, A. (2021). Agility as an Innovation Driver: towards an Agile Front End of Innovation Framework. *Review of Managerial Science*, 15(1):157–187.

Braun, T. and Lindemann, U. (2003). Supporting Selection, Adaptation and Application of Methods in Product Development. In Folkeson, A., Gralen, K. Norell, M., and Sellgren, U., editors, *International Conference on Engineering Design, ICED 03*, pages 1–10.

Breu, K., Hemingway, C. J., Strathern, M., and Bridger, D. (2002). Workforce Agility: The new Employee Strategy for the Knowledge Economy. *Journal of Information Technology*, 17(1):21–31.

Brown, I. T. (2018). *A New Conception of War: John Boyd, The U.S. Marines, and Maneuver Warfare*. Marine Corps University Press, Quantico.

Brown, J. L. and Agnew, N. M. (1982). Corporate Agility. *Business Horizons*, 25(2):29–33.

Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86(6):84–92.

Browning, T. R. (2009). The many Views of a Process: Toward a Process Architecture Framework for Product Development Processes. *Systems Engineering*, 12(1):69–90.

Browning, T. R. (2010). On the Alignment of the Purposes and Views of Process Models in Project Management. *Journal of Operations Management*, 28(4):316–332.

Browning, T. R. (2018). Planning, tracking, and reducing a Complex Project's Value at Risk. *Project Management Journal*, 50(1):71–85.

Browning, T. R., Fricke, E., and Negele, H. (2006). Key Concepts in Modeling Product Development Processes. *Systems Engineering*, 9(2):104–128.

Bursac, N. (2016). *Model Based Systems Engineering zur Unterstützung der Baukastenentwicklung im Kontext der Frühen Phase der Produktgenerationsentwicklung*. Doctoral, Baden-Württemberg.

Butler, C. W., Vijayasarathy, L. R., and Roberts, N. (2020). Managing Software Development Projects for Success: Aligning Plan- and Agility-based Approaches to Project Complexity and Project Dynamism. *Project Management Journal*, 51(3):262–277.

Böhmer, A., Beckmann, A., and Lindemann, U. (2015). Open Innovation Ecosystem - Makerspaces within an Agile Innovation Process. *The ISPIM Innovation Summit*.

Böhmer, A., Hugger, P., and Lindemann, U. (2017). Scrum within Hardware Development insights of the Application of Scrum for the Development of a Passive Exoskeleton. In *International Conference on Engineering, Technology and Innovation (23rd ICE/ITMC)*, pages 790 – 798, Madeira.

Bühner, M. (2021). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. Pearson Studium, 4., korrigierte und erweiterte auflage edition.

Cai, Z., Liu, H., Huang, Q., and Liang, L. (2019). Developing Organizational Agility in Product Innovation: the Roles of IT Capability, KM Capability, and Innovative Climate. *RD Management*, 49(4):421–438.

Campanelli, A. S. and Parreiras, F. S. (2015). Agile Methods Tailoring – a Systematic Literature Review. *Journal of Systems and Software*, 110:85–100.

Cano, E. L., García-Camús, J. M., Garzás, J., Moguerza, J. M., and Sánchez, N. N. (2021). A Scrum-based Framework for New Product Development in the Non-Software Industry. *Journal of Engineering and Technology Management*, 61:1–15.

Cantamessa, M., Montagna, F., Altavilla, S., and Casagrande-Seretti, A. (2020). Data-driven Design: the New Challenges of Digitalization on Product Design and Development. *Design Science*, 6:e27.

Caporin, M. and McAleer, M. (2010). A Scientific Classification of Volatility Models. *Journal of Economic Surveys*, 24(1):192–195.

Carmichael, T. and Hadžikadić, M. (2019). *The Fundamentals of Complex Adaptive Systems*, pages 1–16. Springer International Publishing, Cham.

Carrera-Rivera, A., Ochoa, W., Larrinaga, F., and Lasa, G. (2022). How-to conduct a systematic Literature Review: A quick guide for computer science Research. *MethodsX*, 9:1–12.

Carroll, N., Conboy, K., and Wang, X. (2023). From Transformation to Normalisation: An Exploratory Study of a Large-Scale Agile Transformation. *Journal of Information Technology*, 38(3):267–303.

Carson, S. J., Madhok, A., and Wu, T. (2006). Uncertainty, opportunism, and Governance: The Effects of Volatility and Ambiguity on Formal and Relational Contracting. *The Academy of Management Journal*, 49(5):1058–1077.

Casey Jr, G. W. (2014). Leading in a 'VUCA' World. *Fortune*, 169(5):75–76.

Cervone, H. F. (2011). Understanding Agile Project Management Methods using Scrum. *OCLC Systems Services: International digital Library Perspectives*, 27(1):18–22.

Chakrabarti, A. (2010). A course for teaching Design Research Methodology. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 24(3):317–334.

Chakrabarti, A. and Blessing, L. T. M. (2015). A Review of Theories and Models of Design. *Journal of Indian Institute of Science*, 95(4):325–340.

Chakravarty, K. and Singh, J. (2023). A Deep Dive into Product Backlog Prioritization Technique in Scrum. In *OCIT 2023 - 21st International Conference on Information Technology, Proceedings*, pages 77–81.

Chaudhuri, A. and Boer, H. (2016). The impact of Product-Process Complexity and new Product Development Order Winners on new Product Development Performance: The mediating role of Collaborative Competence. *Journal of Engineering and Technology Management*, 42:65–80.

Chen, J., Neubaum, D. O., Reilly, R. R., and Lynn, G. S. (2015). The relationship between Team Autonomy and new Product Development Performance under different levels of Technological Turbulence. *Journal of Operations Management*, 33-34(1):83–96.

Chiu, Y.-J., Hu, Y.-C., Yao, C.-Y., and Yeh, C.-H. (2022). Identifying Key Risk Factors in Product Development Projects. *Mathematics*, 10(8):1–20.

Cho, H., Jung, M., and Kim, M. (1996). Enabling Technologies of Agile Manufacturing and its related Activities in Korea. *Computers Industrial Engineering*, 30(3):323–334.

Christofi, M., Pereira, V., Vrontis, D., Tarba, S., and Thrassou, A. (2021). Agility and Flexibility in International Business Research: A comprehensive Review and Future Research Directions. *Journal of World Business*, 56(3):1–18.

Christopher, M. (2000). The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets. *Industrial Marketing Management*, 29(1):37–44.

Ciancarini, P., Giancarlo, R., and Grimaudo, G. (2024). Scrum@pa: Tailoring an Agile Methodology to the Digital Transformation in the Public Sector. *Information*, 15(2):110.

Ciric Lalic, D., Lalic, B., Delić, M., Gracanin, D., and Stefanovic, D. (2022). How Project Management Approach impact Project Success? from Traditional to Agile. *International Journal of Managing Projects in Business*, 15(3):494–521.

Clauss, T., Abebe, M., Tangpong, C., and Hock, M. (2021). Strategic Agility, Business Model Innovation, and Firm Performance: An Empirical Investigation. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(3):767–784.

Cockburn, A. (2004). *Crystal Clear: A Human-Powered Methodology for Small Teams: A Human-Powered Methodology for Small Teams*. Addison-Wesley Professional.

Cohn, M. (2004). *User Stories Applied - For Agile Software Development*. Addison-Wesley Professional.

Collins, G. (2021). *Appendix 1 - Agile Project Management*, pages 545–569. Butterworth-Heinemann.

Conboy, K. (2009). Agility from First Principles: Reconstructing the Concept of Agility in Information Systems Development. *Information Systems Research*, 20(3):329–354.

Conboy, K. and Fitzgerald, B. (2004). Toward a Conceptual Framework of Agile Methods. Extreme Programming and Agile Methods - XP/Agile Universe 2004, pages 105–116. Springer Berlin Heidelberg.

Conforto, E. C., Amaral, D. C., da Silva, S. L., Di Felippo, A., and Kamikawachi, D. S. L. (2016). The Agility Construct on Project Management Theory. *International Journal of Project Management*, 34(4):660–674.

Cooper, R. G. (1990). Stage-gate Systems: A new tool for managing new Products. *Business Horizons*, 33(3):44–54.

Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process—update, what's New, and NexGen Systems*. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3):213–232.

Cooper, R. G. (2014). What's Next?: After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1):20–31.

Cooper, R. G., Edgett, S. J., and Kleinschmidt, E. J. (1997). Portfolio Management in New Product Development: Lessons from the Leaders—ii. *Research-Technology Management*, 40(6):43–52.

Cooper, R. G. and Fürst, P. (2023). Agile Development in Manufacturing Companies: Best Practices and Pitfalls. *IEEE Engineering Management Review*, pages 1–15.

Cooper, R. G. and Sommer, A. F. (2016a). The Agile-Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. *Journal of Product Innovation Management*, 33(5):513–526.

Cooper, R. G. and Sommer, A. F. (2016b). Agile-Stage-Gate: New Idea-to-Launch Method for Manufactured new Products is Faster, more Responsive. *Industrial Marketing Management*, 59:167–180.

Cooper, R. G. and Sommer, A. F. (2018). Agile–Stage-Gate for Manufacturers. *Research-Technology Management*, 61(2):17–26.

Coram, R. (2002). *Boyd: The Fighter Pilot Who Changed the Art of War*. Back Bay Books, New York, Boston.

Czichos, H. (2019). *Cyber-physische Systeme*, pages 333–344. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.

Daalhuizen, J. and Hjartarson, B. (2020). *Choosing Effective Means: Awareness of Bias in the Selection of Methods and Tools*, pages 1–21.

de Coning, C. (2016). *Civil-Military Interaction: Rationale, Possibilities and Limitations*, pages 11–28. Springer International Publishing, Cham.

de Melo, S., Vieira, D., and Bredillet, C. (2022). Investigating the Dynamics of Engineering Design Rework for a Complex Aircraft Development Project: Lessons Learned from a Soft Systems Thinking Lens. *Project Management Journal*, 53(6):625–640.

de O. Melo, C., S. Cruzes, D., Kon, F., and Conradi, R. (2013). Interpretative Case Studies on Agile Team Productivity and Management. *Information and Software Technology*, 55(2):412–427.

Deming, W. E. (1986). *Principles for Transformation of Western Management*, pages 18–96. Cambridge University Press.

Deming, W. E. (2000). *The New Economics: For Industry, Government, Education*. The MIT Press, second Edition edition.

Dikert, K., Paasivaara, M., and Lassenius, C. (2016). Challenges and Success Factors for Large-Scale Agile Transformations: A Systematic Literature Review. *Journal of Systems and Software*, 119:87–108.

DIN (2009). DIN 69901: Projektmanagement - Projektmanagementsysteme.

DIN (2015). DIN EN ISO 9000: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe.

DIN (2018). DIN ISO 31000: Risikomanagement.

DIN (2020). DIN EN ISO 17409: Elektrisch angetriebene Straßenfahrzeuge – Kabelgebundene Energieübertragung – Sicherheitsanforderungen.

DIN (2023). DIN EN IEC 62619: Sekundärzellen und -batterien mit alkalischen oder anderen nicht-säurehaltigen Elektrolyten - Sicherheitsanforderungen an sekundäre Lithiumzellen und -batterien für die Verwendung in Industriellen Anwendungen.

Dingsøyr, T., Bjørnson, F. O., Schrof, J., and Sporsem, T. (2022). A Longitudinal Explanatory Case Study of Coordination in a Very Large Development Programme: the Impact of Transitioning from a First- to a Second-Generation Large-Scale Agile Development Method. *Empirical Software Engineering*, 28(1).

Dingsøyr, T., Fægri, T. E., and Itkonen, J. (2014). *What Is Large in Large-Scale? A Taxonomy of Scale for Agile Software Development*, pages 273–276.

Dingsøyr, T., Moe, N. B., and Seim, E. A. (2018). Coordinating Knowledge Work in Multiteam Programs. *Project Management Journal*, 49:64–77.

Dingsøyr, T., Nerur, S., Balijepally, V., and Moe, N. B. (2012). A Decade of Agile Methodologies: Towards Explaining Agile Software Development. *Journal of Systems and Software*, 85:1213–1221.

Disch, M. and Wouters, M. (2024). Managing New Product Development Projects: What Drives Within-Project Development Cost Compensation? *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71:5429–5442.

Dobbins, J., Shatz, J. H., and Wyne, A. (2019). Russia is a Rogue, not a Peer; China is a Peer, not a Rogue - Different Challenges, Different Responses. Report, RAND Cooperation.

DOD (2017). Dictionary of Military and Associated Terms. Report, Department of Defense.

Donelly, T., Ryan, K., Butler, T., Hartman, J., and Gabel, L. (2025). How Russia Fights - a Compendium of Troika Observations on Russias Special Military Operation. Report, Digital.ai Software Inc.

Dong, H., Dacre, N., Baxter, D., and Ceylan, S. (2024). What is Agile Project Management? Developing a New Definition following a Systematic Literature Review. *Project Management Journal*, 0(0):1–21.

Doran, G. T. (1981). There's a s.m.a.r.t. Way to Write Management's Goals and Objectives. *Management Review*, 70:35–36.

Dorobantu, S., Gruber, M., Ravasi, D., and Wellman, N. (2024). The AMJ Management Research Canvas: A Tool for Conducting and Reporting Empirical Research. *Academy of Management Journal*, 67(5):1163–1174.

Dove, R. (1999). Knowledge Management, Response Ability, and the Agile Enterprise. *Journal of Knowledge Management*, 3(1):18–35.

Dove, R., Hartman, S., and Benson, S. (1996). Agile Enterprise Reference Model and Case Study of Remmele Engineering. Report.

Dresch, A., Pacheco Lacerda, D., and Valle Antunes Jr, J. (2015). *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement*. Springer-Verlag, Schweiz.

Drouin, N., Müller, R., Sankaran, S., and Vaagaasar, A.-L. (2021). Balancing Leadership in Projects: Role of the Socio-Cognitive Space. *Project Leadership and Society*, 2:1–12.

Drury, M., Conboy, K., and Power, K. (2012). Obstacles to Decision Making in Agile Software Development Teams. *Journal of Systems and Software*, 85(6):1239–1254.

Drutchas, J. and Eppinger, S. (2022). Guidance on Application of Agile in Combined Hardware and Software Development Projects. *Proceedings of the Design Society*, 2:151–160.

Drutchas, J. F. and Eppinger, S. (2023). Adjusting Scaled Agile for Systems Engineering. *Proceedings of the Design Society*, 3:475–484.

DuBrin, A. (2012). *Leadership: Research Findings, Practice, and Skills - 7th Edition*. South-Western Pub.

Duehr, K., Efremov, P., Heimicke, J., Teitz, E. M., Ort, F., Weissenberger-Eibl, M., and Albers, A. (2021). The Positive Impact of Agile Retrospectives on the Collaboration of Distributed Development Teams – a Practical Approach on the Example of Bosch Engineering gmbh. *Proceedings of the Design Society*, 1:3071–3080.

Dybå, T. and Dingsøyr, T. (2008). Empirical Studies of Agile Software Development: A Systematic Review. *Information and Software Technology*, 50(9-10):833–859.

Dörrenberg, F. and Freiherr von Rotenhan, K. (2019). *Leistungsumfang und Lieferobjekte*, pages 1086–1164. GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V., Nürnberg.

Ebeling, K., Seiffert, A., and Senger, R. (2002). Ethische Fundamente der Inneren Führung. Report, Sozialwissenschaftliches Institut der Bundeswehr.

Eckert, C., Clarkson, P. J., and Zanker, W. (2004). Change and Customisation in Complex Engineering Domains. *Research in Engineering Design*, 15(1):1–21.

Eckert, C., Isaksson, O., Hallstedt, S., Malmqvist, J., Öhrwall Rönnbäck, A., and Panarotto, M. (2019). Industry Trends to 2040. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1):2121–2128.

Eckert, C. M. and Clarkson, P. J. (2010). Planning Development Processes for Complex Products. *Research in Engineering Design*, 21(3):153–171.

Eckert, C. M., Clarkson, P. J., and Stacey, M. K. (2003). The Spiral of Applied Research: A Methodological View on Integrated Design Research. In *International Conference on Engineering Design*, pages 245–246.

Eckert, C. M. and Stacey, M. K. (2014). *Constraints and Conditions: Drivers for Design Processes*, pages 395–415. Springer London, London.

Eckert, C. M., Wynn, D. C., Maier, J. F., Albers, A., Bursac, N., Xin Chen, H. L., Clarkson, P. J., Gericke, K., Gladysz, B., and Shapiro, D. (2017). On the Integration of Product and Process Models in Engineering Design. *Design Science*, 3:e3.

Eckhart, M. and Feiner, J. (2016). How Scrum Tools may Change your Agile Software Development Approach. In Winkler, D., Biffl, S., and Bergsmann, J., editors, *Software Quality: The Future of Systems- and Software Development*, pages 17–36. Springer International Publishing.

Edison, H., Wang, X., and Conboy, K. (2022). Comparing Methods for Large-Scale Agile Software Development: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, pages 2709–2731.

Edmondson, A. C. and Mcmanus, S. E. (2007). Methodological Fit in Management Field Research. *Academy of Management Review*, 32(4):1246–1264.

Ehrlenspiel, K. and Meerkamm, H. (2017). *Integrierte Produktentwicklung - Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG, München.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4):532–550.

Eisenmann, M., Grauberger, P., Üreten, S., Krause, D., and Matthiesen, S. (2021). Design Method Validation – an Investigation of the Current Practice in Design Research. *Journal of Engineering Design*, 32(11):621–645.

Emmanuel Chibuike, D., Chinedu Nnamdi, N., Abimbola Oluwatoyin, A., Chinedu Alex, E., and Joachim Osheyor, G. (2024). Comprehensive Review of Agile Methodologies in Project Management. *Computer Science IT Research Journal*, 5(1):190–218.

Endsley, M. R. (1995). Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*, 37(1):32–64.

Erickson, J., Lyytinen, K., and Siau, K. (2005). Agile Modeling, Agile Software Development, and Extreme Programming: The State of Research. *Journal of Database Management (JDM)*, 16(4):88–100.

Evans, J. H. (1959). Basic Design Concepts. *Journal of the American Society for Naval Engineers*, 71(4):671–678.

Falahat, M., Chong, S. C., and Liew, C. (2024). Navigating New Product Development: Uncovering Factors and Overcoming Challenges for Success. *Heliyon*, 10(1):e23763.

Fasnacht, D. and Proba, D. (2024). Leveraging Inter-Organizational Agility for Innovation. *Strategy Leadership*, 52(1):15–22.

Fernandes, J., Henriques, E., Silva, A., and Moss, M. A. (2015). Requirements Change in Complex Technical Systems: An Empirical Study of Root Causes. *Research in Engineering Design*, 26(1):37–55.

Fey, S. and Kock, A. (2022). Meeting Challenges with Resilience – how Innovation Projects Deal with Adversity. *International Journal of Project Management*, 40(8):941–950.

Fink, L. and Neumann, S. (2007). Gaining Agility through IT Personnel Capabilities: The Mediating Role of IT Infrastructure Capabilities. *Journal of the Association for Information Systems*, 8(8):440–462.

Fissalma, H., Ferdinansyah, A., and Purwandari, B. (2025). Investigating Challenges in Agile Software Development: A Cross-Country Comparative Analysis. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 15(1):855–869.

Flyvbjerg, B. (2006). Five Misunderstandings about Case-Study Research. *Qualitative Inquiry*, 12(2):219–245.

Flyvbjerg, B. (2021). Top Ten Behavioral Biases in Project Management: An Overview. *Project Management Journal*, 52(6):531–546.

Flyvbjerg, B., Budzier, A., Lee, J. S., Keil, M., Lunn, D., and Bester, D. W. (2022). The Empirical Reality of IT Project Cost Overruns: Discovering a Power-Law Distribution. *Journal of Management Information Systems*, 39(3):607–639.

Franke, N., Poetz, M. K., and Schreier, M. (2014). Integrating Problem Solvers from Analogous Markets in New Product Ideation. *Management Science*, 60(4):1063–1081.

Fricke, G. and Lohse, G. (1997). Entwicklungsmanagment - mit Methodischer Produktentwicklung zum Unternehmenserfolg.

Ganguly, A., Nilchiani, R., and Farr, J. V. (2009). Evaluating Agility in Corporate Enterprises. *International Journal of Production Economics*, 118(2):410–423.

Garcia, L. A., OliveiraJr, E., and Morandini, M. (2022). Tailoring the Scrum Framework for Software Development: Literature Mapping and Feature-Based Support. *Information and Software Technology*, 146:1–32.

Gausemeier, J., Dumitrescu, R., Echterfeld, J., Pfänder, T., Steffen, D., and Thielemann, F. (2018). *Innovationen für die Märkte von Morgen: Strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG.

Gausemeier, J. and Plass, C. (2014). *Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung: Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von Morgen*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG., München, 2. auflage edition.

Geier, M. T. (2016). Leadership in Extreme Contexts: Transformational Leadership, Performance beyond Expectations? *Journal of Leadership Organizational Studies*, 23(3):234–247.

Gemino, A., Horner Reich, B., and Serrador, P. M. (2021). Agile, Traditional, and Hybrid Approaches to Project Success: Is Hybrid a Poor Second Choice? *Project Management Journal*, 52(2):161–175.

Gemünden, H. G. (2015). Success Factors of Global New Product Development Programs, the Definition of Project Success, Knowledge Sharing, and Special Issues of Project Management Journal®. *Project Management Journal*, 46(1):2–11.

Gericke, K., Eckert, C., Campean, F., Clarkson, P. J., Flening, E., Isaksson, O., Kipouros, T., Kokkolaras, M., Köhler, C., Panarotto, M., and Wilmsen, M. (2020). Supporting Designers: Moving from Method Menagerie to Method Ecosystem. *Design Science*, 6:e21.

Gericke, K., Eckert, C., and Stacey, M. (2022). Elements of a Design Method – a Basis for Describing and Evaluating Design Methods. *Design Science*, 8.

Gericke, K., Meißner, M., and Paetzold, K. (2013). Understanding the Context of Product Development. In Lindemann, U., Srinivasan, V., Kim, S. Y., Lee, S. W., Clarkson, J., and Cascini, G., editors, *International Conference on Engineering Design ICED13*, pages 191–200. Design Society.

Gerstbach, I. and Gerstbach, P. (2020). *Design Thinking in IT-Projekten: Agile Problemlösungskompetenz in einer Digitalen Welt*. Hanser Verlag.

Gigerenzer, G. and Todd, P. M. (2001). *Simple Heuristics that Make us Smart*. Oxford University Press, New York.

Gill, T. G. and Hevner, A. R. (2011). A Fitness-Utility Model for Design Science Research. Service-Oriented Perspectives in Design Science Research, pages 237–252. Springer Berlin Heidelberg.

Glantz, D. M. (1991). *Soviet Military Operational Art: In Pursuit of Deep Battle*. Combined Arms Center, Frank Cass, Fort Leavenworth, Kansas.

Gligor, D. M., Holcomb, M. C., and Stank, T. P. (2013). A Multidisciplinary Approach to Supply Chain Agility: Conceptualization and Scale Development. *Journal of Business Logistics*, 34(2):94–108.

Goldman, S. L., Nagel, R. N., and Preiss, K. (1995). *Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Gomez, P. and Probst, G. (1999). *Die Praxis des Ganzheitlichen Problemlösens: Vernetzt Denken - Unternehmerisch Handeln - Persönlich Überzeugen*. Haupt Verlag, Berlin, Stuttgart, Wien.

GPM (2019). *Kompetenzbasiertes Projektmanagement (PM4) - Handbuch für Praxis und Weiterbildung im Projektmanagement*. GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V., Nürnberg.

Gracyalny, M. L. (2017). *Scales, Likert Statement*, volume 1, pages 1554–1557. SAGE Publications, Inc., Thousand Oaks, California.

Graessler, I. and Hentze, J. (2020). The new V-Model of VDI 2206 and its Validation. *at - Automatisierungstechnik*, 68(5):312–324.

Grau, L. W. and Bartles, C. K. (2016). The Russian Way of War: Force Structure, Tactics, and Modernization of the Russian Ground Forces. Report, Foreign Military Studies Office.

Gregor, S. and Hevner, A. (2013). Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. *MIS Quarterly*, 37(2):337–355.

Gren, L. and Lenberg, P. (2020). Agility is Responsiveness to Change. In *Proceedings of the Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pages 348–353.

Grenyer, A., Erkoyuncu, J. A., Zhao, Y., and Roy, R. (2021). A Systematic Review of Multivariate Uncertainty Quantification for Engineering Systems. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 33:188–208.

Gräßler, I. and Pottebaum, J. (2022). *From Agile Strategic Foresight to Sustainable Mechatronic and Cyber-Physical Systems in Circular Economies*, pages 3–26. Springer International Publishing, Cham.

Gunasekaran, A. (1998). Agile Manufacturing: Enablers and an Implementation Framework. *International Journal of Production Research*, 36:1223–1247.

Gustavsson, T. (2016). Benefits of Agile Project Management in a Non-Software Development Context - a Literature Review. In *Project Management Development – Practice and Perspectives*, volume 5, pages 114–124, Riga.

Gustavsson, T., Berntzen, M., and Stray, V. (2022). Changes to Team Autonomy in Large-Scale Software Development: a Multiple Case Study of Scaled Agile Framework (SAFe) Implementations. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 10(1):29–46.

Guth, K.-M. (2016). *Carl von Clausewitz - Vom Kriege: Vollständige Ausgabe der acht Bücher*. Zenodot Verlagsgesellschaft.

Gutierrez, G., De Lena, M. T. G., Garzas, J., and Moguerza, J. M. (2022). Leadership Styles in Agile Teams: An Analysis Based on Experience. *IEEE Access*, 10:19232–19241.

Haberfellner, R. and de Weck, O. (2005). Agile Systems Engineering versus Agile Systems engineering. *INCOSE International Symposium*, 15(1):1449–1465.

Haberfellner, R., de Weck, O., Fricke, E., and Vössner, S. (2019). *Systems Engineering - Fundamentals and Applications*. Birkhäuser Cham.

Hackman, J. R., Pallack, M., and Perloff, R. (1986). The Psychology of Self-Management in Organizations.

Hahn, A., Häusler, S., and große Austing, S. (2013). *Quantitatives Entwicklungsmanagement: Modellbasierte Analyse von Produktentwicklungsprozessen*. Springer Vieweg.

Hales, C. and Gooch, S. (2004). *Managing Engineering Design*. Springer-Verlag, London, Berlin, Heidelberg, second edition.

Haltiner, K., Klein, P., and Gareis, S. B. (2004). *Strukturprinzipien und Organisationsmerkmale von Streitkräften*, pages 14–25. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Hammond, D. (2017). *Philosophical Foundations of Systems Research*, pages 1–19. Springer Singapore, Singapore.

Hannah, S. T. and Sowde, W. J. (2012). *Leadership in the Profession of Arms*. Oxford University Press.

Hannah, S. T., Uhl-Bien, M., Avolio, B. J., and Cavarretta, F. L. (2009). A Framework for Examining Leadership in Extreme Contexts. *The Leadership Quarterly*, 20(6):897–919.

Harraf, A., Wanasika, I., Take, K., and Talbott, K. (2015). Organizational Agility. *Journal of Applied Business Research (JABR)*, 31(2):675–686.

Harris, L. J. (2017). *Archival Analysis*, volume 1, pages 44–46. SAGE Publications, Inc., Thousand Oaks, California.

Harvie, D. P. and Agah, A. (2016). Targeted Scrum: Applying Mission Command to Agile Software Development. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 42(5):476–489.

Heavey, C. and Simsek, Z. (2023). *Dynamic Capabilities and the Nature of Organizational Agility: Toward Managerial Theory*, pages 44–81.

Heimicke, J., Dühr, K., Krüger, M., Ng, G.-L., and Albers, A. (2021a). A Framework for Generating Agile Methods for Product Development. *Procedia CIRP*, 100:786–791.

Heimicke, J., Krüger, M., Ng, G.-L., Bursac, N., and Albers, A. (2020). Agile Development in different Organizational Structures: Potentials and Challenges. In *ISPIM Connects Global 2020: Celebrating the World of Innovation. Ed.: I. Bitran*.

Heimicke, J., Niever, M., Zimmermann, V., Klippert, M., Marthaler, F., and Albers, A. (2019). Comparison of Existing Agile Approaches in the Context of Mechatronic System Development: Potentials and Limits in Implementation. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, volume 1, pages 2199–2208.

Heimicke, J., Roebenack, S., Frobieter, C., and Albers, A. (2021b). Evaluation of Challenges in the Implementation of Scrum in a large German Plant Engineering Company: Derivation of Hypotheses for an Improved Introduction of Agile Approaches into the Processes of Physical Product Development. In *RD Management Conference 2021 - Innovation in an Era of Disruption*, pages 1–11, Online.

Heirati, N. and O'Cass, A. (2016). Supporting new Product Commercialization through Managerial Social Ties and Market Knowledge Development in an Emerging Economy. *Asia Pacific Journal of Management*, 33(2):411–433.

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., and Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105.

Highsmith, J. (2009). *Agile Project Management: Creating Innovative Products*. The Agile Software Development Series. Addison-Wesley , Pearson Education Inc., second edition edition.

Hiller, N. J. and Ozgen, S. (2023). *Organizational Agility and Organizational Effectiveness*, pages 24–43.

Hoda, R. and Murugesan, L. K. (2016). Multi-level Agile Project Management Challenges: A Self-organizing Team Perspective. *Journal of Systems and Software*, 117:245–257.

Hoda, R., Noble, J., and Marshall, S. (2013). Self-organizing Roles on Agile Software Development Teams. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 39(3):422–444.

Hofman, M., Grela, G., and Oronowicz, M. (2023). Impact of Shared Leadership Quality on Agile Team Productivity and Project Results. *Project Management Journal*, 0(0):1–21.

Holland, J. H. (1992). Complex Adaptive Systems. *Daedalus*, 121(1):17–30.

Hollauer, C. and Lindemann, U. (2017). Design Process Tailoring: A Review and Perspective on the Literature. Research into Design for Communities, Volume 1, pages 609–618. Springer Singapore.

Holtzhausen, N. and de Klerk, J. J. (2018). Servant Leadership and the Scrum Team's Effectiveness. *Leadership Organization Development Journal*, 39(7):873–882.

Holzbaur, U. (2007). *Entwicklungsmanagement: Mit Hervorragenden Produkten zum Markterfolg*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Hongchai, D. M. and Weber, C. M. (2023). Leadership for Technology Management in a Volatile, Uncertain, Complex, and Ambiguous (VUCA) World: A Review of the Literature and a Research Agenda. In *2023 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, pages 1–23.

Hooper, M. J., Steeple, D., and Winters, C. N. (2001). Costing Customer Value: an Approach for the Agile Enterprise. *International Journal of Operations Production Management*, 21(5/6):630–644.

Horney, N., O´Shea, T., Richardson, M., and Baran, B. (2016). The VUCA Report. Report, The Strategic Agility Institute.

Horsch, J. (2003). *Innovations- und Projektmanagement*. Von der Strategischen Konzeption bis zur Operativen Umsetzung. Springer Fachmedien, Gabler, Wiesbaden.

Horton, F. B., Rogerson, A. C., and Warner, E. L. (1974). *Comparative Defence Policy*. The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

Hron, M. and Obwegeser, N. (2022). Why and how is Scrum being Adapted in Practice: A Systematic Review. *Journal of Systems and Software*, 183:111110.

Huang, P.-Y., Niu, B., and Pan, S. L. (2021). Platform-based Customer Agility: An Integrated Framework of Information Management Structure, Capability, and Culture. *International Journal of Information Management*, 59:102346.

Hub, H. (1994). AufbauOrganisation, ablaufOrganisation: Einführung in die Betriebsorganisation, Aufgabenanalyse, Aufgabensynthese, Zentralisation, Dezentralisation, Darstellungsmittel, Organisationsformen, Arbeitsabläufe.

Hubka, V. (1982). *Principles of Engineering Design*. Workshop Design-Konstruktion. ButterworthCo Ltd.

Hubka, V. and Eder, W. E. (1984). *Appendix*, pages 241–261.

Huemann, M. and Turner, R. (2024). *The Handbook of Project Management*. Routledge Taylor Francis, London, sixth edition edition.

Häcker, H. and Stapf, K. (2004). *Dorsch Psychologisches Wörterbuch*. Verlag Hans Haber, 14., überarbeitete und erweiterte auflagen edition.

Höffe, O. (2013). *Einführung in die Utilitaristische Ethik*. UTB, 5. auflage edition.

Hölttä-Otto, K., Björklund, T., Klippert, M., Otto, K., Krause, D., Eckert, C., Nespoli, O., and Albers, A. (2022). Facing Extreme Uncertainty – how the Onset of the COVID-19 Pandemic Influenced Product Development. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, pages 1–21.

Høiback, H. (2020). *Military Operations*, pages 1–20. Springer International Publishing, Cham.

IISS (2024a). Chapter One: Defence and Military Analysis. *The Military Balance*, 124(1):8–15.

IISS (2024b). International Comparisons of Defence Expenditure and Military Personnel. *The Military Balance*, 124(1):542–547.

Imam, H. and Zaheer, M. K. (2021). Shared Leadership and Project Success: The Roles of Knowledge Sharing, Cohesion, and Trust in the Team. *International Journal of Project Management*, 39(5):463–473.

INCOSE (2015). *Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities*. Wiley.

Ingram, E. and Shallcross, N. (2022). Enabling Tactical Operation Assessment in Large-Scale Combat Operations. *Military Operations Research*, 27(4):25–36.

Irfan, M., Wang, M., and Akhtar, N. (2019). Impact of IT Capabilities on Supply Chain Capabilities and Organizational Agility: A Dynamic Capability View. *Operations Management Research*, 12(3):113–128.

Ison, R. (2008). *Systems Thinking and Practice for Action Research*, pages 139–158.

Jabareen, Y. (2009). Building a Conceptual Framework: Philosophy, Definitions, and Procedure. *International Journal of Qualitative Methods*, 8(4):49–62.

Jaifer, R., Beauregard, Y., and Bhuiyan, N. (2021). New Framework for Effort and Time Drivers in Aerospace Product Development Projects. *Engineering Management Journal*, 33(2):76–95.

James, M. (1991). *Rapid Application Development*. Macmillan Coll Div.

Javdani Gandomani, T. and Ziaei Nafchi, M. (2016). Agile Transition and Adoption Human-related Challenges and Issues: A Grounded Theory Approach. *Computers in Human Behavior*, 62:257–266.

Jiao, R., Commuri, S., Panchal, J., Milisavljevic-Syed, J., Allen, J. K., Mistree, F., and Schaefer, D. (2021). Design Engineering in the Age of Industry 4.0. *Journal of Mechanical Design*, 143(7).

Johansen, B. and Euchner, J. (2013). Navigating the VUCA World. *Research-Technology Management*, 56(1):10–15.

Joiner, B. (2019). Leadership Agility for Organizational Agility. *Journal of Creating Value*, 5(2):139–149.

Jones-Khosla, L. A. and Gomes, J. F. S. (2023). Purpose: From Theory to Practice. *Global Business and Organizational Excellence*, 43(1):90–103.

Jordaan, B. (2019). *Leading Organisations in Turbulent Times: Towards a Different Mental Model*, pages 59–75. Springer International Publishing, Cham.

Joslin, R. and Müller, R. (2016). Identifying Interesting Project Phenomena using Philosophical and Methodological Triangulation. *International Journal of Project Management*, 34(6):1043–1056.

Kadenic, M. D., de Jesus Pacheco, D. A., Koumaditis, K., Tjørnehøj, G., and Tambo, T. (2023a). Investigating the Role of Product Owner in Scrum Teams: Differentiation between Organisational and Individual Impacts and Opportunities. *Journal of Systems and Software*, 206:1–17.

Kadenic, M. D., Koumaditis, K., and Junker-Jensen, L. (2023b). Mastering Scrum with a focus on Team Maturity and key Components of Scrum. *Information and Software Technology*, 153:1–13.

Kahl, J., de Klerk, S., and Whiteoak, J. (2023). Managing Empowerment: Adjusting Organisational Units' Autonomy to achieve Corporate Agility. *Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance*, 10(4):527–545.

Kalenda, M., Hyna, P., and Rossi, B. (2018). Scaling Agile in Large Organizations: Practices, Challenges, and Success Factors. *Journal of Software: Evolution and Process*, 30(10).

Kalogerakis, K., Lüthje, C., and Herstatt, C. (2010). Developing Innovations based on Analogies: Experience from Design and Engineering Consultants. *Journal of Product Innovation Management*, 27(3):418–436.

Kantelberg, J. (2018). *Gestaltung Agiler Entwicklungsprozesse Technischer Produkte*. Thesis, Aachen.

Kantola, K., Vanhanen, J., and Tolvanen, J. (2022). Mind the Product Owner: An Action Research Project into Agile Release Planning. *Information and Software Technology*, 147:1–15.

Kapsali, M. (2011). Systems Thinking in Innovation Project Management: A Match that Works. *International Journal of Project Management*, 29(4):396–407.

Karabiyik, T., Jaiswal, A., Thomas, P., and J. Magana, A. (2020). Understanding the Interactions between the Scrum Master and the Development Team: A Game-Theoretic Approach. *Mathematics*, 8(9):1553.

Keegan, J. (1997). *Die Kultur des Krieges*. Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Hamburg.

Kernic, F. (2017). *Facing Death: The Dynamics of Leadership and Group Behavior in Extreme Situations when Death Strikes without Warning*, pages 21–40. Springer International Publishing, Cham.

Kester, L., Griffin, A., Hultink, E. J., and Lauche, K. (2011). Exploring Portfolio Decision-Making Processes. *Journal of Product Innovation Management*, 28(5):641–661.

Kidd, P. T. (1994). *Agile Manufacturing: Forging New Frontiers*. AddisonWesley, Reading, MA.

Klappert, S., Schuh, G., and Aghassi, S. (2011). *Technologie Management*. Handbuch Produktion und Management 2. Springer Berlin, Heidelberg.

Klein, A. (2008). *Controlling und Evaluation*, book section Chapter 9, pages 287–318. Lecture Notes in Business Information Processing.

Klein, T. P. (2016). *Agiles Engineering im Maschinen- und Anlagenbau*. Thesis, München.

Knetsch, T. (2004). *Unsicherheiten in Ingenieurberechnungen*. Thesis.

Kniberg, H. and Ivarsson, A. (2012). Scaling Agile @ Spotify. Report.

Knudsen, M. P., von Zedtwitz, M., Griffin, A., and Barczak, G. (2023). Best Practices in new Product Development and Innovation: Results from PDMA's 2021 Global Survey. *Journal of Product Innovation Management*, 40(3):257–275.

Kock, A. and Georg Gemünden, H. (2016). Antecedents to Decision-Making Quality and Agility in Innovation Portfolio Management. *Journal of Product Innovation Management*, 33(6):670–686.

Komus, A., Kuberg, M., Schmidt, S., Rost, L., Koch, C. P., Weiß, L., Bartnick, S., Graf, E., Keller, M., Linkenback, F., and Pieper, C. (2020). Status Quo (Scaled) Agile 2019/20.

Koops, L., Bosch-Rekveldt, M., Bakker, H., and Hertogh, M. (2017). Exploring the Influence of External Actors on the Cooperation in Public–Private Project Organizations for Constructing Infrastructure. *International Journal of Project Management*, 35(4):618–632.

Kopczyńska, S., Ochodek, M., Piechowiak, J., and Nawrocki, J. (2022). On the Benefits and Problems related to using Definition of Done — a Survey Study. *Journal of Systems and Software*, 193:1–19.

Koppe, R. (2012). *Eine Methodik zur Strategischen Einflussbewertung von Methodenänderungen in Entwicklungsprozessen*. Thesis, Oldenburg.

Koppenhagen, F., Blümel, T., Held, T., Wecht, C. H., and Kollmer, P. D. (2024). Hybrid Development of Physical Products based on Systems Engineering and Design Thinking: Towards a new Process Model. *Journal of Design Research*, 21(3-4):210–261.

Koppenhagen, F. and Wecht, C. H. (2023). Why the next IPhone won´t come from Germany again: The Connection between Design Methodology and Radical Product Innovations - a Comparison between Stanford and Germany. *Konstruktion*, 75(06):68–74.

Kotter, J. P. (1990). *Force for Change: How Leadership Differs from Management*. Free Press, New York.

Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N., and Roig-Tierno, N. (2021). Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research. *SAGE Open*, 11(3):1–15.

Krause, D. and Gebhardt, N. (2018). *Methodische Entwicklung Modularer Produktfamilien: Hohe Produktvielfalt Beherrschbar Entwickeln*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Kravets, A. G., Bolshakov, A. A., and Shcherbakov, M. V. (2020). *Cyber-Physical Systems: Industry 4.0 Challenges*. Springer International Publishing, Cham.

Kravets, A. G., Bolshakov, A. A., and Shcherbakov, M. V. (2021). *Cyber-Physical Systems: Digital Technologies and Applications*. Springer International Publishing, Cham.

Kruchten, P. (2013). Contextualizing Agile Software Development. *Journal of Software: Evolution and Process*, 25(4):351–361.

KSB SE & Co. KGaA (2022). Scrum at KSB.

Kuchel, T., Neumann, M., Diebold, P., and Schön, E.-M. (2023). Which Challenges do Exist with Agile Culture in Practice? In *Proceedings of the 38th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing*, page 1018–1025, Tallinn, Estonia. Association for Computing Machinery.

Kuckartz, U. and Rädiker, S. (2023). *Qualitative Content Analysis: Methods, Practice and Software*. Sage Publications Ldt, second Edition edition.

Kuhn, M., Dölle, C., Riesener, M., and Schuh, G. (2019). Concept for Organizational Structures of Agile Development Networks. Production at the Leading Edge of Technology, pages 653–662. Springer Berlin Heidelberg.

Kuhn, M., Dölle, C., Riesener, M., and Schuh, G. (2021). Organizational Agility in Development Networks. In *Congress of the German Academic Association for Production Technology*, Production at the Leading Edge of Technology, pages 621–630.

Kumar Das, K. and Ara, A. (2014). Leadership in a VUCA World: A Case of Lenovo. *International Journal of Current Research*, 6(4):6410–6419.

Kurtz, C. F. and Snowden, D. J. (2003). The new Dynamics of Strategy: Sense-Making in a Complex and Complicated World. *IBM Systems Journal*, 42(3):462–483.

Kvale, S. (1996). *Interviews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing*. Sage.

Köck, P. and Ott, H. (1997). *Wörterbuch für Erziehung und Unterricht*. Auer Verlag.

Langendorf, J.-J. (2008). *Krieg Führen: Antoine-Henri Jomini*. Strategie und Konfliktforschung. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.

Langley, A. (1999). Strategies for Theorizing from Process Data. *The Academy of Management Review*, 24(4):691–710.

Larman, C. (2004). *Agile and Iterative Development: A Manager ´s Guide*. Addison-Wesley Professional.

Larman, C. and Basili, V. R. (2003). Iterative and Incremental Developments: A Brief History. *Computer*, 36(6):47–56.

Larman, C. and Vodde, B. (2019). LeSS - Large Scale Scrum.

Lawong, D. A. and Akanfe, O. (2024). Overcoming Team Challenges in Project Management: The Scrum Framework. *Organizational Dynamics*, page 101073.

Lee, G. and Xia, W. (2010). Toward Agile: An Integrated Analysis of Quantitative and Qualitative Field Data on Software Development Agility. *MIS Quarterly*, 34:87–114.

Leib, L. (2023). Factors that Influence Product Development and their Integration Level in Project Management Approaches. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 32(4):462–482.

Leistenschneider, S. (2002). *Auftragstaktik im Preußisch-Deutschen Heer 1871-1914*. E.S. Mittler Sohn, Hamburg.

Lender, B. (2024). *Datenbasierte Identifikation von Heuristiken für das Entwicklungsmanagement*. Thesis, Aachen.

Levine, L. (2005). Reflections on Software Agility and Agile Methods: Challenges, Dilemmas, and the Way Ahead. In Baskerville, R. L., Mathiassen, L., Pries-Heje, J., and DeGross, J. I., editors, *Business Agility and Information Technology Diffusion*, pages 353–365. Springer US.

L'Hermitte, C., Bowles, M., Tatham, P., and Brooks, B. (2015). An Integrated Approach to Agility in Humanitarian Logistics. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 5(2):209–233.

Li, Y., Chi, H., Radujkovic, M., Wei, J., and Pan, X. (2023). Extreme Schedule Strategies for Blitz Projects: Lessons from Specialty Field Hospitals during the COVID-19 Pandemic. *Project Management Journal*, pages 1–18.

Lichtenthaler, U. (2020). A Conceptual Framework for Combining Agile and Structured Innovation Processes. *Research-Technology Management*, 63(5):42–48.

Likert, R. (1932). *A Technique for the Measurement of Attitudes*, volume 22, pages 1–55. Columbia University, internat. Student Edition edition.

Lin, L., Müller, R., Zhu, F., and Liu, H. (2019). Choosing Suitable Project Control Modes to Improve the Knowledge Integration under Different Uncertainties. *International Journal of Project Management*, 37(7):896–911.

Lindemann, U. (2009). *Methodische Entwicklung Technischer Produkte*. Methoden flexibel und situationsgerecht anwenden 3., korrigierte Auflage. Springer.

Lindemann, U. (2016). *Handbuch Produktentwicklung*. Carl Hanser Verlag GmbH Co. KG, München.

Lindemann, U., Maurer, M., and Braun, T. (2009). *Structural Complexity Management*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Lindsay, D. R., Day, D. V., and Halpin, S. M. (2011). Shared Leadership in the Military: Reality, Possibility, or Pipedream? *Military Psychology*, 23(5):528–549.

Linse, C. and Lilliesköld, J. (2025). Barriers to Deploying Agile Methods in Established Product Development Organizations. *IEEE Engineering Management Review*, pages 1–16.

Little, T. (2006). Schedule Estimation and Uncertainty surrounding the Cone of Uncertainty. *IEEE Software*, 23(3):48–54.

Liu, J.-W., Ho, C.-Y., Chang, J. Y. T., and Tsai, J. C.-A. (2019). The Role of Sprint Planning and Feedback in Game Development Projects: Implications for Game Quality. *Journal of Systems and Software*, 154:79–91.

Locatelli, G., Ika, L., Drouin, N., Müller, R., Huemann, M., Söderlund, J., Geraldi, J., and Clegg, S. (2023). A Manifesto for Project Management Research. *European Management Review*, 20(1):3–17.

Lopez-Cruz, O. (2022). An Essential Definition of Engineering to Support Engineering Research in the Twenty-First Century. *International Journal of Philosophy*, 10:130–137.

Lowry, P. B. and Wilson, D. (2016). Creating Agile Organizations through IT: The Influence of Internal IT Service Perceptions on IT Service Quality and IT Agility. *The Journal of Strategic Information Systems*, 25(3):211–226.

Luft, T. J. (2022). *Komplexitätsmanagement in der Produktentwicklung - Holistische Modellierung, Analyse, Visualisierung und Bewertung Komplexer Systeme*. Thesis, Erlangen.

Lyytinen, K. and Rose, G. M. (2006). Information System Development Agility as Organizational Learning. *European Journal of Information Systems*, 15(2):183–199.

Lévárdy, V. and Browning, T. R. (2009). An Adaptive Process Model to Support Product Development Project Management. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 56(4):600–620.

Machi, L. A. and McEvoy, B. T. (2016). *The Literature Review: Six Steps to Success*. Sage Publications Ltd. - Corwin, third Edition edition.

Maes, T., Gebhardt, K., and Riel, A. (2022). The Relationship between Uncertainty and Task Execution Strategies in Project Management. *Project Management Journal*, 53(4):382–396.

Magistretti, S. and Trabucchi, D. (2024). Agile-as-a-Tool and Agile-as-a-Culture: A Comprehensive Review of Agile Approaches Adopting Contingency and Configuration Theories. *Review of Managerial Science*.

Magnussen, E. F., Havnelid, E., and Molléri, J. S. (2024). The Product Owner and its Impact on Success and Challenges in Agile Scrum Projects: An Interview Study. *Procedia Computer Science*, 239:1157–1164.

Malik, M., Sarwar, S., and Orr, S. (2021). Agile Practices and Performance: Examining the Role of Psychological Empowerment. *International Journal of Project Management*, 39(1):10–20.

Mango, E. (2018). Rethinking Leadership Theories. *Open Journal of Leadership*, 7:57–88.

March, S. T. and Smith, G. F. (1995). Design and Natural Science Research on Information Technology. *Decision Support Systems*, 15(4):251–266.

Martinsuo, M. and Huemann, M. (2021). Reporting Case Studies for Making an Impact. *International Journal of Project Management*, 39(8):827–833.

Marzi, G. (2022). On the Nature, Origins and Outcomes of Over Featuring in the New Product Development Process. *Journal of Engineering and Technology Management*, 64:101685.

Masood, Z., Hoda, R., and Blincoe, K. (2022). Real World Scrum: A Grounded Theory of Variations in Practice. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 48(5):1579–1591.

Mattmann, I. (2017). *Modellintegrierte Produkt- und Prozessentwicklung*. Springer Vieweg, Wiesbaden.

Maurer, M. (2017). *Complexity Management in Engineering Design – a Primer*. Springer Vieweg.

Maximini, D. (2022). *Changing Leadership*, pages 53–62. Springer International Publishing, Cham.

Mayring, P. (2014). *Qualitative Content Analysis - Theoretical Foundation, Basic Procedures and Software Solution*.

Mayring, P. and Brunner, E. (2009). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Gabler.

Meghann, L. D.-G. and Orla, O. (2013). An Investigation of the Decision-Making Process in Agile Teams. *International Journal of Information Technology Decision Making*, 12(06):1097–1120.

Meier, A. (2022). *Agile RD Units' Organization in Physical Product Development – An Empirical Investigation*. Thesis, Darmstadt.

Meier, A. and Kock, A. (2022). Agile RD Units' Organization beyond Software—Developing and Validating a Multidimensional Scale in an Engineering Context. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(6):3476–3488.

Meier, A. and Kock, A. (2023). The Human Factor in Agility: Exploring Employee Dedication in Agile Project Organizations. *International Journal of Project Management*, page 102527.

Melkonian, T. and Picq, T. (2010). Opening the "Black Box" of Collective Competence in Extreme Projects: Lessons from the French Special Forces. *Project Management Journal*, 41(3):79–90.

Melkonian, T. and Picq, T. (2011). Building Project Capabilities in PBOs: Lessons from the French Special Forces. *International Journal of Project Management*, 29(4):455–467.

Mello, P. A. (2019). National Restrictions in Multinational Military Operations: A Conceptual Framework. *Contemporary Security Policy*, 40(1):38–55.

Menges, A., Kantelberg, J., Dölle, C., and Schuh, G. (2019). *Concept for the Design of Agile Product Development Processes*, book section Chapter 59, pages 603–610.

Mergel, I., Ganapati, S., and Whitford, A. B. (2021). Agile: A New Way of Governing. *Public Administration Review*, 81(1):161–165.

Meyer, H. and Reher, H.-J. (2020). *Projektmanagement: Von der Definition über die Projektplanung zum Erfolgreichen Abschluss*. Springer Fachmedien, Wiesbaden.

Mikalsen, M., Næsje, M., Reime, E. A., and Solem, A. (2019). *Agile Autonomous Teams in Complex Organizations*, book section Chapter 7, pages 55–63. Lecture Notes in Business Information Processing.

Miles, M. B., Huberman, A. M., and Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook (3rd ed.)*. Sage Publications, Inc.

Millar, C. C. J. M., Groth, O., and Mahon, J. F. (2018). Management Innovation in a VUCA World: Challenges and Recommendations. *California Management Review*, 61(1):5–14.

Milliken, F. J. (1987). Three Types of Perceived Uncertainty about the Environment: State, Effect, and Response Uncertainty. *The Academy of Management Review*, 12(1):133–143.

Millotat, C. (2002). Auftragstaktik, das Oberste Führungsprinzip im Heer der Bundeswehr - Ihre Entwicklung und Darstellung in Deutschen Militärischen Führungsgrundlagen.

Modi, S. and Strode, D. (2020). Leadership in Agile Software Development: A Systematic Literature Review. In *Australasian Conference on Information Systems - ACIS 2020*.

Moe, N. B., Berntzen, M., Barbala, A., and Stray, V. (2024). Software Product Management in Large-Scale Agile. In *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming XP 2024*, pages 53–69.

Moe, N. B., Dahl, B., Stray, V., Sund Karlsen, L., and Schjødt-Osmo, S. (2019). Team Autonomy in Large-Scale Agile. In *52nd Hawaii International Conference on System Sciences*, pages 6997–7006.

Moe, N. B., Šmite, D., Paasivaara, M., and Lassenius, C. (2021). Finding the Sweet Spot for Organizational Control and Team Autonomy in Large-Scale Agile Software Development. *Empirical Software Engineering*, 26(5).

Moen, R. D. and Norman, C. L. (2010). Circling Back. *Quality Progress*, 43(11):22–28.

Moser, M. (2017). *Hierarchielos Führen - Anforderungen an eine Moderne Unternehmens- und Mitarbeiterführung*. Springer Gabler Wiesbaden.

Mubarak, N., Khan, J., and Pesämaa, O. (2023). Lord of the Flies in Project-Based Organizations: The Role of Passive Leadership on Creativity and Project Success. *Project Management Journal*, 0(0):1–15.

Mundra, A., Misra, S., and Dhawale, C. A. (2013). Practical Scrum-Scrum Team: Way to Produce Successful and Quality Software. In *2013 13th International Conference on Computational Science and Its Applications*, pages 119–123.

Müller, J., Pendzik, M., Schöck, M., Albers, A., and Paetzold-Byhain, K. (2024). Development of a Methodology Profile based on the Current Maturity Level of Agile Development in Mechatronic Product Engineering. In Malmqvist, J.; Candi, M. S. R. J. B. F. and Isaksson, O., editors, *Nord Design 2024*, pages 153–162.

Müller, R., Sankaran, S., Drouin, N., Vaagaasar, A.-L., Bekker, M. C., and Jain, K. (2018). A Theory Framework for Balancing Vertical and Horizontal Leadership in Projects. *International Journal of Project Management*, 36(1):83–94.

Nachbagauer, A. (2021). Managing Complexity in Projects: Extending the Cynefin Framework. *Project Leadership and Society*, 2:1–10.

Naefe, P. (2018). *Methodisches Konstruieren*. Auf den Punkt gebracht. Springer Vieweg Wiesbaden, Wiesbaden.

Narasimhan, R., Swink, M., and Kim, S. W. (2006). Disentangling Leanness and Agility: An Empirical Investigation. *Journal of Operations Management*, 24(5):440–457.

Negele, H., Fricke, E., and Igenbergs, E. (1997). Zoph – a Systemic Approach to the Modeling of Product Development Systems. *INCOSE International Symposium*, 7(1):266 – 273.

Ng, Y. Y. and Kuduk, R. (2024). Implementing Action Items over Improving the Format of Retros. In *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, pages 853–855.

Nicklas, S. J., Atzberger, A., Briede-Westermeyer, J. C., and Paetzold, K. (2020). The User-Driven Minimum Feasible Product – towards a Novel Approach on User Integration. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, 1:1495–1504.

Noddings, N. (2007). Aims, Goals, and Objectives. *Encounters on Education*, 8:7–15.

Northouse, P. G. (2018). *Leadership: Theory and Practice*. SAGE Publications, Inc, USA, eight Edition edition.

NSO (2009). ATP-3.2.1-V1: Allied Land Tactics. Report, Nato Standardization Office, NATO / OTAN.

NSO (2010). Allied Comand Operations Comprehensive Operations Planning Directive COPD Interim v1.0. Report, Nato Standardization Office, NATO / OTAN.

NSO (2016). ATP-3.2.2-V1: Command and Control of Allied Land Forces. Report, Nato Standardization Office, NATO / OTAN.

NSO (2018). AAP-28-V1: Tactical Planning for Land Forces. Report, Nato Standardization Office, NATO / OTAN.

NSO (2021). AAP-06-E1: Nato Glossary of Terms and Definitions (English and French). Report, Nato Standardization Office, NATO / OTAN.

NSO (2022). AJP-3.2-V1: Allied Joint Doctrine for Land Operations. Report, Nato Standardization Office, NATO / OTAN.

Oestereich, B. (2008). Agiles Projektmanagement. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 45:18–26.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press, Portland, Oregon.

Okoli, C. (2015). A Guide to Conducting a Standalone Systematic Literature Review. *Communications of the Association for Information Systems*, 37.

Osterweil, L. J. (2018). *What is Software?*, pages 59–76. Springer International Publishing, Cham.

Ottosson, S. (2019). *Developing and Managing Innovation in a Fast Changing and Complex World*. Springer Cham.

Overby, E., Bharadwaj, A., and Sambamurthy, V. (2006). Enterprise Agility and the Enabling Role of Information Technology. *European Journal of Information Systems*, 15(2):120–131.

Ovesen, N. (2012). *The Challenges of Becoming Agile: Implementing and Conducting Scrum in Integrated Product Development*. Thesis, Dänemark.

Ovesen, N. and Sommer, A. F. (2015). Scrum in the Traditional Development Organization: Adapting to the Legacy. Modelling and Management of Engineering Processes, pages 87–99. Springer Berlin Heidelberg.

Oxford English Dictionary (2025). „Event“ - Oxford English Dictionary.

Ozkan, N. and Gok, M. S. (2022). Definition Synthesis of Agility in Software Development: Comprehensive Review from Theory to Practice. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 14(3):26–44.

Paetzold, K. (2017). *Product and Systems Engineering/CA* Tool Chains*, pages 27–62. Springer International Publishing, Cham.

Paetzold, K. (2020). Skriptum zur Vorlesung: Produkt- und Innovationsmanagement.

Paetzold, K. (2022). *Data and Information Flow Design in Product Development*, pages 201–218. Springer International Publishing, Cham.

Pahl, G. and Beitz, W. (1977). Konstruktionslehre.

Palmer, S. R. and Felsing, J. M. (2002). *Practical Guide to Feature-Driven Development*. The Coad Series.

Palopak, Y. and Huang, S.-J. (2022). Correlation of Agile Principles and Practices to Software Project Performance: An ahp–delphi Analysis. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 32(2):257–281.

Palopak, Y., Huang, S.-J., and Ratnasari, W. (2023). Knowledge Diffusion Trajectories of Agile Software Development Research: A Main Path Analysis. *Information and Software Technology*, 156.

Palsodkar, M., Yadav, G., and Nagare, M. R. (2023). Recent Trends in Agile New Product Development: A Systematic Review and Agenda for Future Research. *Benchmarking: An International Journal*, 30(9):3194–3224.

Papalambros, P. Y. (2015). Design Science: Why, What and How. *Design Science*, 1:1–38.

Parker, D. W., Holesgrove, M., and Pathak, R. (2015). Improving Productivity with Self-Organised Teams and Agile Leadership. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(1):112–128.

Patil, M. R. and Suresh, M. (2023). Engineering Agility in Technology IoT Projects. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 14(6):2312–2328.

Patzak, G. (1982). *Systemtheoretische Grundlagen*, pages 18–77. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Pawellek, G. (2008). *Grundlagen der ganzheitlichen Fabrikplanung*, pages 13–62. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Pearse, N. J. (2017). *Change Management in a VUCA World*, pages 81–105. Emerald Publishing Limited.

Pearson, A. (1991). *Managing Innovation: an Uncertainty Reduction Process*, pages 18–28. SAGE.

Pearson, A. and Brockhoff, K. (1994). The Uncertainty Map and Project Management. *Project Appraisal*, 9(3):211–215.

Pedersen, K., Emblemsvåg, J., Bailey, R., Allen, J. K., and Mistree, F. (2000). The "validation Square" - Validating Design Methods. In *ASME Design Theory and Methodology Conference*, page 12, New York.

Pendzik, M., Sembdner, P., and Paetzold, K. (2023). Identification and Classification of Uncertainties as the Foundation of Agile Methods. *Proceedings of the Design Society*, 3:2165–2174.

Perminova, O., Gustafsson, M., and Wikström, K. (2008). Defining Uncertainty in Projects – a New Perspective. *International Journal of Project Management*, 26(1):73–79.

Pich, M. T., Loch, C. H., and Meyer, A. D. (2002). On Uncertainty, Ambiguity, and Complexity in Project Management. *Management Science*, 48(8):1008–1023.

Pigeau, R. and Mccann, C. (2000). *Redefining Command and Control*, pages 163–184. Springer US, Boston, MA.

Pinho, C. R. A., Pinho, M. L. C. A., Deligonul, S. Z., and Tamer Cavusgil, S. (2022). The Agility Construct in the Literature: Conceptualization and Bibliometric Assessment. *Journal of Business Research*, 153:517–532.

Ploumis, M. and Pilalis, L. E. (2018). Implementing Sustainable Mission Command in the Hellenic Army. *Defence Studies*, 18(1):95–112.

PMI (2008). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK GUIDE)*. Project Management Institute, Inc., Pennsylvania, fourth edition edition.

PMI (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. Project Management Institute, seventh edition edition.

PMI (2024). The Future of Project Work: Moving Past Office-Centric Models. Report, Project Management Institute, PMI.

PMI and Agile Alliance (2017). *Agile Practice Guide*. Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania.

Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J.-Y., and Podsakoff, N. P. (2003). Common Method Biases in Behavioral Research: A Critical Review of the Literature and Recommended Remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5):879–903.

Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., and Podsakoff, N. P. (2016). Recommendations for Creating Better Concept Definitions in the Organizational, Behavioral, and Social Sciences. *Organizational Research Methods*, 19(2):159–203.

Ponn, J. and Lindemann, U. (2011). *Konzeptentwicklung und Gestaltung Technischer Produkte: Systematisch von Anforderungen zu Konzepten und Gestaltlösungen*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Porkodi, S. (2024). The Effectiveness of Agile Leadership in Practice: A Comprehensive Meta-Analysis of Empirical Studies on Organizational Outcomes. *Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation*, 20(2):117–138.

Prat, N., Comyn-Wattiau, I., and Akoka, J. (2015). A Taxonomy of Evaluation Methods for Information Systems Artifacts. *Journal of Management Information Systems*, 32(3):229–267.

Putta, A., Uludağ, , Paasivaara, M., and Hong, S.-L. (2021). Benefits and Challenges of Adopting SAFe - an Empirical Survey. In *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming*, Lecture Notes in Business Information Processing, pages 172–187.

Qumer, A. and Henderson-Sellers, B. (2008). An Evaluation of the Degree of Agility in six Agile Methods and its Applicability for Method Engineering. *Information and Software Technology*, 50(4):280–295.

Ramthun, A. J. and Matkin, G. S. (2014). Leading Dangerously: A Case Study of Military Teams and Shared Leadership in Dangerous Environments. *Journal of Leadership Organizational Studies*, 21(3):244–256.

Raschke, R. L. (2010). Process-based View of Agility: The Value Contribution of IT and the Effects on Process Outcomes. *International Journal of Accounting Information Systems*, 11(4):297–313.

Raschke, R. L. and David, J. S. (2005). Business Process Agility. In *Association for Information Systems - 11th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2005: A Conference on a Human Scale*, volume 3, pages 1522–1527.

Reichertz, J. (2016). Qualitative und Interpretative Sozialforschung.

Reiß, N. (2018). *Ansätze zur Steigerung der Methodenakzeptanz in Agilen Prozessen der PGE - Produktgenerationsentwicklung*. Thesis.

Reynolds, M. and Holwell, S. (2010). *Introducing Systems Approaches*, book section chapter 1, pages 1–23.

Rialti, R. and Filieri, R. (2024). Leaders, let's get Agile! observing Agile Leadership in successful Digital Transformation Projects. *Business Horizons*, 67(4):439–452.

Richmond, B. (1994). Systems Thinking/System Dynamics: Let's just get on with it. *System Dynamics Review*, 10(2-3):135–157.

Rieger, M. (1995). *4.0 „Staatsbürger in Uniform" und „Primat der Politik" — Zwei Konzepte im Widerstreit der Interpretationen und Anwendungen*, pages 123–185. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.

Riesener, M., Keuper, A., Tittel, J., BoBmann, C., Singh, P., and Schuh, G. (2024). Identification of Product Development Goals to Increase Organizational Resilience. 2024 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), pages 1–6. IEEE Xplore.

Rising, L. and Janoff, N. S. (2000). The Scrum Software Development Process for Small Teams. *IEEE Software*, 17(4):26–32.

Roberts, N. and Grover, V. (2012). Leveraging Information Technology Infrastructure to facilitate a Firm's Customer Agility and Competitive Activity: An Empirical Investigation. *Journal of Management Information Systems*, 28(4):231–270.

Rodriguez, A. and Rodriguez, Y. (2015). Metaphors for today's Leadership: VUCA World, Millennial and "cloud Leaders". *Journal of Management Development*, 34(7):854–866.

Rohrmann, B. (1978). Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die Sozialwissenschaftliche Forschung. *Zeitschrift für Soziologie*, pages 222–245.

Romero-Torres, A. and Brunet, M. (2020). *Creating Effective Efforts: Managing Stakeholder Value*, pages 1–25. Springer International Publishing, Cham.

Ropohl, G. (2009). *Allgemeine Technologie*. Eine Systemtheorie der Technik.

Rouse, E., Reinecke, J., Ravasi, D., Langley, A., Grimes, M., and Gruber, M. (2025). Making a Theoretical Contribution with Qualitative Research. *Academy of Management Journal*, 68(2):257–266.

Rubin, K. S. (2012). *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Addison-Wesley.

Ryan, E. T., Jacques, D. R., and Colombi, J. M. (2013). An Ontological Framework for clarifying Flexibility-related Terminology via Literature Survey. *Systems Engineering*, 16(1):99–110.

Rößler, L. and Gericke, K. (2022). Analysing Paradigms for Managing Product Development: Conventional, Agile and Hybrid Approaches. *Proceedings of the Design Society*, 2:263–272.

Saleh, A. and Watson, R. (2017). Business Excellence in a Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous Environment (BEVUCA). *The TQM Journal*, 29(5):705–724.

Salmela, H., Baiyere, A., Tapanainen, T., and Galliers, R. D. (2022). Digital Agility: Conceptualizing Agility for the Digital Era. *Journal of the Association for Information Systems*, 23(5):1080–1101.

Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., and Grover, V. (2003). Shaping Agility through Digital Options: Reconceptualizing the role of Information Technology in contemporary Firms. *MIS Quarterly*, 27(2):237–263.

Sandberg, J. and Alvesson, M. (2021). Meanings of Theory: Clarifying Theory through Typification. *Journal of Management Studies*, 58(2):487–516.

Saunders, F. C., Gale, A. W., and Sherry, A. H. (2016). Responding to Project Uncertainty: Evidence for high Reliability Practices in Large-Scale Safety-Critical Projects. *International Journal of Project Management*, 34(7):1252–1265.

Saunders, M., Lewis, P., and Thornhill, A. (2012). *Research Methods for Business Students*. Pearson Education Limited, Harlow, England.

Scaled Agile, I. (2021). Achieving Business Agility with SAFe 5.

Scaled Agile, I. (2024). SAFe 6.0.

Scharold, F. and Paetzold, K. (2024). *Classification of Uncertainties in Agile Development of Mechatronic Systems*.

Scharold, F. and Paetzold-Byhain, K. (2024). Towards Agile Automotive Development: Benefits, challenges and Organizational Changes. *Proceedings of the Design Society*, 4:345–352.

Schmidt, T. S. (2019). *Towards a Method for Agile Development in Mechatronics*. Thesis, Neubiberg.

Schmidt, T. S., Atzberger, A., Gerling, C., Schrof, J., Weiss, S., and Paetzold, K. (2019). Agile Development of Physical Products - An Empirical Study about Potentials, Transition and Applicability. Report, University of the German Federal Armed Forces.

Schmidt, T. S., Chahin, A., Kößler, J., and Paetzold, K. (2017). Agile Development and the constraints of Physicality: A network Theory-based cause-and-effect Analysis. In *21st International Conference on Engineering Design*, volume 4, pages 199–208, Vancouver.

Schmidt, T. S. and Paetzold, K. (2016). Agilität als Alternative zu Traditionellen Standards in der Entwicklung Physischer Produkte: Chancen und herausforderungen. In *Design for X - Beiträge zum 27. DfX-Symposium*, pages 255 – 267, Hamburg.

Schmidt, T. S., Weiss, S., and Paetzold, K. (2018a). Agile Development of Physical Products - An Empirical Study about Motivations, Potentials and Applicability. Report, University of the German Federal Armed Forces.

Schmidt, T. S., Weiss, S., and Paetzold, K. (2018b). Expected vs. Real Effects of Agile Development of Physical Products: Apportioning the hype. In *Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference*, pages 2121–2132.

Schneider, S. (2015). *Agile Prozessplanung im Produktentstehungsprozess am Beispiel der Motorenproduktion*. Thesis, Aachen.

Schrof, J. I. (2023). *A Coordination Perspective of Agility in Automotive Product Development*. Thesis, Neubiberg.

Schrof, J. I., Atzberger, A., Papoutsis, E., and Paetzold, K. (2019). Potential of Technological Enablement for Agile Automotive Product Development. *International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, pages 1–8.

Schrof, J. I., Rathert, F., and Paetzold, K. (2020). Relevance of Product Integration in Scaled Agile Mechatronic Product Development. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, 1:717–726.

Schröder, A. (2018). Agile Produktentwicklung: Schneller zur Innovation - erfolgreicher am Markt.

Schubert, K. and Klein, M. (2018). *Das Politiklexikon*. Verlag J. H. W. Dietz Nachf. GmbH, Bonn.

Schuh, G. and Bender, D. (2012). *Grundlagen des Innovationsmanagements*. Springer Berlin, Heidelberg.

Schuh, G., Dölle, C., and Schloesser, S. (2018). Agile Prototyping for Technical Systems - towards an Adaption of the Minimum Viable Product Principle. In *NordDesign*.

Schuh, G., Riesener, M., Gützlaff, A., Dölle, C., Schmitz, S., Ays, J., Wlecke, S., Tittel, J., and Liu, Y. (2022). *Industry 4.0: Agile Development and Production with Internet of Production*, pages 367–390. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Schulte, B. (2021). *The Organizational Embeddedness of Communities of Practice: Exploring the Cultural and Leadership Dynamics of Self-Organized Practice*. Springer Gabler Wiesbaden.

Schulte, B., Andresen, F., and Koller, H. (2020). Exploring the Embeddedness of an Informal Community of Practice within a Formal Organizational Context: A Case Study in the German Military. *Journal of Leadership Organizational Studies*, 27(2):153–179.

Schwaber, K. (1997). Scrum Development Process. Business Object Design and Implementation, pages 117–134. Springer London.

Schwaber, K. and Beedle, M. (2001). *Agile Software Development with Scrum*. Prentice Hall.

Schwaber, K. and ScrumOrg (2021). The Nexus Guide - the Definitive Guide to Scaling Scrum with Nexus.

Schwaber, K. and Sutherland, J. (2012). *Getting Started with Scrum*, pages 57–61.

Schwier, C. (1999). Gemeinsame Historische Wurzeln von Auftragstaktik und Innerer Führung.

Schöck, M., Müller, J., Batora, M., and Albers, A. (2024). A comprehensive Approach for the Strategic Determination of Individual Target Levels of Agility in Product Development. In Malmqvist, J.; Candi, M. S. R. J. B. F. and Isaksson, O., editors, *Nord Design 2024*, pages 711–719.

Scrum Inc. (2022). Agile Unleashed at Scale: How John Deere's Global IT Group implemented a Holistic Transformation powered by Scrum@Scale, Scrum, DevOps, and a Modernized Technology Stack. Report.

Sengöz, M. (2020). *The Framework of Military Leadership*. Cambridge Scholars Publishing.

Serrador, P. and Turner, R. (2015). The Relationship between Project Success and Project Efficiency. *Project Management Journal*, 46(1):30–39.

Shafiee Kristensen, S., Shafiee, M., and Shafiee, S. (2021). Organization Design in Motion: Designing an Organization for Agility. *Proceedings of the Design Society*, 1:2349–2358.

Shah, A. K., Jintian, Y., Sukamani, D., and Kusi, M. (2022). Influence of Agile Leadership on Project Success: A Moderated Mediation Study on Construction Firms in Nepal. *Engineering Letters*, 30(2):854–867.

Shaked, H. and Schechter, C. (2017). *Definitions and Development of Systems Thinking*, pages 9–22. Springer International Publishing, Cham.

Shastri, Y., Hoda, R., and Amor, R. (2017). Understanding the Roles of the Manager in Agile Project Management. In *Proceedings of the 10th Innovations in Software Engineering Conference*, pages 45–55.

Shastri, Y., Hoda, R., and Amor, R. (2021). Spearheading Agile: the Role of the Scrum Master in Agile Projects. *Empirical Software Engineering*, 26(1):1–31.

Sheffield, J. and Lemétayer, J. (2013). Factors associated with the Software Development Agility of Successful Projects. *International Journal of Project Management*, 31(3):459–472.

Shenhar, A. J. and Dvir, D. (2007). *Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth Innovation*. Harvard Business Review Press, United States.

Shewart, W. A. (1939). *Statistical Control*, pages 1–49. Graduate School, Department of Agriculture, Washington.

Shirley, D. A. and Langan-Fox, J. (1996). Intuition: A Review of the Literature. *Psychological Reports*, 79(2):563–584.

Silva, A., Araújo, T., Nunes, J., Perkusich, M., Dilorenzo, E., Almeida, H., and Perkusich, A. (2017). A Systematic Review on the Use of Definition of Done on Agile Software Development Projects. In *Proceedings of the 21st International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, pages 364–373, Karlskrona, Sweden. Association for Computing Machinery.

Silva-Martinez, J. (2023). Conceptualization of Agile Leadership Characteristics and Outcomes from NASA Agile Teams as a Path to the Development of an Agile Leadership Theory. *Journal of Creating Value*, pages 1–16.

Silva-Martinez, J. (2024). Practical Implications to Becoming Agile Organizations: NASA Case Study. *Acta Astronautica*, 215:102–106.

Simon, H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Simon, H. A. (2001). *Problem Solving and Reasoning, Psychology of*, pages 12120–12123. Pergamon, Oxford.

Sithambaram, J., Nasir, M. H. N. B. M., and Ahmad, R. (2021). Issues and Challenges Impacting the Successful Management of Agile-Hybrid Projects: A Grounded Theory Approach. *International Journal of Project Management*, 39(5):474–495.

Sloan, G. (2012). Military Doctrine, Command Philosophy and the Generation of Fighting Power: Genesis and Theory. *International Affairs (Royal Institute of International Affairs 1944-)*, 88(2):243–263.

Smith, R. (2019). *The Utility of Force: The Art of War in the Modern World*. Penguin Random House.

Snowden, D. J. and Boone, M. E. (2007). A Leader's Framework for Decision Making. *Harvard Business Review*, 85(11):68–76.

Socha, D. and Walter, S. (2006). Is Designing Software Different from Designing other Things? *International Journal of Engineering Education*, 22(3).

Soeters, J. (2017). Information Sharing in Military and Security Operations. *Information Sharing in Military Operations*, pages 1–15.

Soeters, J. and Goldenberg, I. (2019). Information Sharing in Multinational Security and Military Operations: Why and why not? with whom and with whom not? *Defence Studies*, 19(1):37–48.

Sommer, A. F. (2019). Agile Transformation at LEGO Group. *Research-Technology Management*, 62(5):20–29.

Sommer, A. F., Hedegaard, C., Dukovska-Popovska, I., and Steger-Jensen, K. (2015). Improved Product Development Performance through agile/Stage-Gate Hybrids: The Next-Generation Stage-Gate Process? *Research-Technology Management*, 58(1):34–45.

Sonnenberg, C. and vom Brocke, J. (2012). Evaluation Patterns for Design Science Research Artefacts. Practical Aspects of Design Science, pages 71–83. Springer Berlin Heidelberg.

Spiegler, S. V. (2021). *Leadership Gap in Agile Teams: How Developers and Scrum Masters Mature*. Thesis, Stuttgart.

Spiegler, S. V., Heinecke, C., and Wagner, S. (2021). An Empirical Study on Changing Leadership in agile Teams. *Empirical Software Engineering*, 26(3).

Srinivasan, R., Eppinger, S. D., and Joglekar, N. (2019). The Structure of DevOps in Product-Service System Development. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1):3111–3120.

Srivastava, P. and Jain, S. (2017). A Leadership Framework for Distributed Self-Organized Scrum Teams. *Team Performance Management: An International Journal*, 23(5/6):293–314.

Stacey, M., Eckert, C., Pirtle, Z. G., Poznic, M., Schuelke-Leech, B.-A., and von der Tann, L. (2025). Methods as a form of Engineering Knowledge. *Design Science*, 11:1–26.

Stamer, D., Zimmermann, O., and Sandkuhl, K. (2016). What is a Framework? - a Systematic Literature Review in the Field of Information Systems. Perspectives in Business Informatics Research, pages 145–158. Springer International Publishing.

Stapleton, J. (1997). *DSDM: Dynamic Systems Development Method: The Method in Practice*. Addison-Wiley.

Steghöfer, J.-P., Knauss, E., Horkoff, J., and Wohlrab, R. (2019). Challenges of Scaled agile for Safety-Critical Systems. Product-Focused Software Process Improvement, pages 350–366. Springer International Publishing.

Stegmiller, M. (2021). *Eine Methodik zur Modellierung Robuster Teilzielsysteme für Gewicht in der Automobilindustrie = A Methodology for the Modeling of Robust Partial Objective Systems for Weight in the Automotive Industry*. Thesis, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Stelzmann, E. S. (2011). *Agile Systems Engineering - Eine Methodik zum besseren Umgang mit Veränderungen bei der Entwicklung Komplexer Systeme*. Thesis, Graz.

Stern, E. K. (2017). *Crisis, Leadership, and Extreme Contexts*, pages 41–59. Springer International Publishing, Cham.

Stewart, R. W. (2009). *American Military History: Volume 1*. Center of Military History United States Army, Washington, D.C.

Stock, G. N., Tsai, J. C.-A., Jiang, J. J., and Klein, G. (2021). Coping with Uncertainty: Knowledge Sharing in New Product Development Projects. *International Journal of Project Management*, 39(1):59–70.

Stockdorf, D. (1997). *Menschenführung in Frieden, Krise und Krieg*. Verlag E.S. Mittler Sohn GmbH, Hamburg, Berlin, Bonn.

Storr, J. (2003). A Command Philosophy for the Information Age: The continuing Relevance of Mission Command. *Defence Studies*, 3(3):119–129.

Stray, V., Moe, N. B., and Hoda, R. (2018). Autonomous Agile Teams: Challenges and Future Directions for Research. *Proceedings of the 19th International Conference on Agile Software Development: Companion*, pages 1–5.

Stray, V., Sjøberg, D. I. K., and Dybå, T. (2016). The Daily Stand-Up Meeting: A Grounded Theory Study. *Journal of Systems and Software*, 114:101–124.

Stuhde, S. and Panagos, G. (2023). *Einführung: Das Scheitern und die Agile Transformation*, pages 1–30. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

Suddaby, R. (2010). Editor's Comments: Construct Clarity in Theories of Management and Organization. *Academy of Management Review*, 35(3):346–357.

Sutherland, J. (1995). Panel Session - 10th Annual Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages, and Applications (OOPSLA).

Sutherland, J. (2001). Agile Can Scale: Inventing and Reinventing SCRUM in Five Companies. *Cutter IT Journal*, 14(12):5–11.

Sutherland, J. (2005). Future of Scrum: Parallel Pipelining of Sprints in Complex Projects. *Agile Development Conference (ADC'05)*, pages 90 – 102.

Sutherland, J. (2014). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half of the Time*. Radnom House Business Books.

Sutherland, J., Rigby, D., and Noble, A. (2020). *Agile at Scale*. Harvard Business Review Press, Boston, Massachusetts.

Sutherland, J. and Schwaber, K. (2010). The Scrum Guide.

Sutherland, J. and Schwaber, K. (2020). The Scrum Guide - the Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game (Englische Variante).

Sutherland, J. and Scrum Inc. (2021). The Scrum@Scale Guide - the Definitive Guide to Scrum@Scale: Scaling that Works.

Sutton, R. I. and Staw, B. M. (1995). What Theory is not. *Administrative Science Quarterly*, 40(3):371–384.

Sverrisdottir, H. S., Ingason, H. T., and Jonasson, H. I. (2014). The Role of the Product Owner in Scrum-Comparison between Theory and Practices. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 119:257–267.

Swafford, P. M., Ghosh, S., and Murthy, N. (2006). The Antecedents of Supply Chain Agility of a Firm: Scale Development and Model Testing. *Journal of Operations Management*, 24(2):170–188.

Sweeney, P. J., Matthews, M. D., and Leister, P. B. (2011). *Leading in Dangerous Situations: An Overview of the Unique Challenges*, pages 3–20. Naval Institute Press, Annapolis, Maryland.

Sweetman, R. and Conboy, K. (2018). Portfolios of Agile Projects: A Complex Adaptive Systems' Agent Perspective. *Project Management Journal*, 49(6):18–38.

Szostack, R. (2013). The State of the Field: Interdisciplinary Research. *Issues in Interdisciplinary Studies*, (31):44–65.

Takeuchi, H. and Nonaka, I. (1986). The New New Product Development Game - stop Running the Relay Race and take up Rugby. *Harvard Business Review*, pages 137 – 146.

Tallon, P. P. and Pinsonneault, A. (2011). Competing Perspectives on the Link between Strategic Information Technology Alignment and Organizational Agility: Insights from a Mediation Model. *MIS Quarterly*, 35(2):463–486.

Tallon, P. P., Queiroz, M., Coltman, T., and Sharma, R. (2019). Information Technology and the Search for Organizational Agility: A Systematic Review with Future Research Possibilities. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2):218–237.

Taskan, B., Junça-Silva, A., and Caetano, A. (2022). Clarifying the Conceptual Map of VUCA: A Systematic Review. *International Journal of Organizational Analysis*, 30(7):196–217.

Tatipala, S., Larsson, T., Johansson, C., and Wall, J. (2021). The Influence of Industry 4.0 on Product Design and Development: Conceptual Foundations and Literature Review. Design for Tomorrow—Volume 2, pages 757–768. Springer Singapore.

Tavares, B. G., da Silva, C. E. S., and de Souza, A. D. (2019). Risk Management Analysis in Scrum Software Projects. *International Transactions in Operational Research*, 26(5):1884–1905.

Teddlie, C. and Yu, F. (2007). Mixed Methods Sampling: A Typology with Examples. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1):77–100.

Teece, D. J., Petefraf, M., and Leih, S. (2016). Dynamic Capabilities and Organizational Agility: Risk, Uncertainty, and Strategy in the Innovation Economy. *California Management Review*, 58(4):13–35.

Theobald, S., Prenner, N., Krieg, A., and Schneider, K. (2020). Agile Leadership and agile Management on Organizational Level - a Systematic Literature Review. In *International Conference on Product-Focused Software Process Improvement PROFES2020*, Product-Focused Software Process Improvement, pages 20–36. Springer International Publishing.

Theobald, S. and Schmitt, A. (2020). *Dependencies of Agile Teams – An Analysis of the Scaled Agile Framework*, book section Chapter 22, pages 219–226. Lecture Notes in Business Information Processing.

Thiele, H., Weber, S., Reichwein, J., Bartolo, J. A., Tchana, Y., Jimenez, L., and Borg, J. C. (2020). A Scrum Agile Integrated Development Framework. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, 1:747–756.

Thunnissen, D. P. (2003). Uncertainty Classification for the Design and Development of Complex Systems.

Toepfer, G. (2011). *Bedürfnis*, pages 156–166. J.B. Metzler, Stuttgart.

Tokarski, K. O., Schellinger, J., and Berchtold, P. (2018). Strategische Organisation - aktuelle Grundfragen der Organisationsgestaltung.

Toor, S.-u.-R. (2011). Differentiating Leadership from Management: An Empirical Investigation of Leaders and Managers. *Leadership and Management in Engineering*, 11:310–320.

Trauer, J. (2024). *On the Conception and Implementation of Digital Twins – Supporting Companies in the Development of Digital Twins*. Thesis, München.

Tseng, Y.-H. and Lin, C.-T. (2011). Enhancing Enterprise Agility by Deploying Agile Drivers, Capabilities and Providers. *Information Sciences*, 181(17):3693–3708.

Tsourveloudis, N. C. and Valavanis, K. P. (2002). On the Measurement of Enterprise Agility. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 33(3):329–342.

Tudose, C. (2021). Agile Methodology and War Strategies. *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, 19(8):95–112.

Turner, J. R. (2008). *The Handbook of Project-Based Management: Leading Strategic Change in Organizations*. McGrawHill, New York, Chicago, San Francisco, Lisbon, London, Madrid.

Turner, R. (2007). Toward Agile Systems Engineering Processes. *Crosstalk J Defense Softw Eng*, pages 11–15.

Ullman, D. G. (2009). *The Design Process and Product Discovery*, pages 81–110. McGraw-Hill Professional, fourth Edition edition.

Ulrich, K. and Eppinger, S. (2015). *Product Design and Development*. McGraw-Hill Education, New York.

Uludağ, , Putta, A., Paasivaara, M., and Matthes, F. (2021). Evolution of the Agile Scaling Frameworks. In *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming*, Lecture Notes in Business Information Processing, pages 123–139.

US Department of Army (2018). Army Doctrine Publication no. 5-0 - the Operations Process. Report, United States of America.

van Can, A. T. and Dalpiaz, F. (2024). Requirements Information in Backlog Items: Content Analysis. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, volume 14588 LNCS, pages 305–321.

van Creveld, M. (2020). *Kampfkraft: Militärische Organisation und Leistung der Deutschen und Amerikanischen Armee 1939-1945 - 6te Auflage*. Ares Verlag GmbH.

van Oosterhout, M., Waarts, E., and van Hillegersberg, J. (2005). Assessing Business Agility: A Multi-Industry Study in the Netherlands. In Baskerville, R. L., Mathiassen, L., Pries-Heje, J., and DeGross, J. I., editors, *Business Agility and Information Technology Diffusion*, pages 275–294. Springer US.

van Wessel, R. M., Kroon, P., and de Vries, H. J. (2022). Scaling Agile Company-Wide: The Organizational Challenge of Combining Agile-Scaling Frameworks and Enterprise Architecture in Service Companies. *IEEE Transactions on Engineering Management*, pages 1–14.

Vanharanta, H., Kantola, J., Markopoulos, E., Salo, M., Einolande, J., and Hanhisalo, T. (2018). The Degree of Agility in a Technology Company's Strategy, Management, and Leadership. *Management and Production Engineering Review*, vol. 9(No 4):127–139.

Varl, M., Duhovnik, J., and Tavčar, J. (2022). Changeability and Agility Enablers in One-of-a-Kind Product Development and Design Processes. *Research in Engineering Design*, 33(1):111–128.

VDA (2016). IATF 16949: Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme für die Serien- und Ersatzteilproduktion in der Automobilindustrie.

VDI (1993). VDI-Richtlinie 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren Technischer Systeme und Produkte.

VDI (2004). VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für Mechatronische Systeme.

VDI (2019). VDI-Richtlinie 2221 blatt 1: Entwicklung Technischer Produkte und Systeme - Modell der Produktentwicklung.

VDI (2021a). VDI-Richtlinie 2206: Entwicklung Cyber-Physischer Mechatronischer Systeme.

VDI (2021b). VDI-Richtlinie 2424: Industriedesign Nutzerzentrierte Gestaltung im Produktentwicklungsprozess.

VDI (2022). VDI-Richtlinie 4803: Methoden zum Effizienten Umgang mit Ressourcen in Unternehmen.

Verma, A. (2024). *Agile Leadership in the VUCA World: Combating Challenges of the COVID-19 Pandemic*, pages 267–285. Emerald Publishing Limited.

VersionOneInc (2021). 15th Annual State of Agile Report. Report, Digital.ai Software Inc.

Verwijs, C. and Russo, D. (2023). A Theory of Scrum Team Effectiveness. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, 32(3):1–51.

Vogel-Heuser, B., Lindemann, U., and Reinhart, G. (2014). *Innovationsprozesse Zyklenorientiert Managen: Verzahnte Entwicklung von Produkt-Service Systemen*. Springer Vieweg Berlin, Heidelberg.

von Rosenstiel, L., Regnet, E., and Domsch, M. E. (2020). *Führung von Mitarbeitern - Handbuch für Erfolgreiches Personalmanagement*. Schäffer-Poeschel, eight edition edition.

Vyshnavi, T. S. and Chetan, N. (2016). A Review on Implementation of Agile in Manufacturing Industries using Key Enablers. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(3):1929–1933.

Walker, D. H. T., Davis, P. R., and Stevenson, A. (2017). Coping with Uncertainty and Ambiguity through Team Collaboration in Infrastructure Projects. *International Journal of Project Management*, 35(2):180–190.

Walker, W. E., Harremoës, P., Rotmans, J., van der Sluijs, J. P., van Asselt, M. B. A., Janssen, P., and Krayer von Krauss, M. P. (2003). Defining Uncertainty: A Conceptual Basis for Uncertainty Management in Model-Based Decision Support. *Integrated Assessment*, 4(1):5–17.

Waller, R. E., Lemoine, P. A., Mense, E. G., Garretson, C. J., and Richardson, M. D. (2019). Global Higher Education in a VUCA World: Concerns and Projections. *Journal of Education and Development*, 3(2).

Walter, A.-T. (2021). Organizational Agility: Ill-defined and somewhat confusing? a systematic literature review and conceptualization. *Management Review Quarterly*, 71(2):343–391.

Wang, X. and Conboy, K. (2009). Understanding Agility in Software Development from a Complex Adaptive Systems Perspective. *17th European Conference on Information Systems, ECIS 2009*.

Wang, Z., Pan, S. L., Ouyang, T. H., and Chou, T. C. (2014). Achieving it-enabled Enterprise Agility in China: An it Organizational Identity Perspective. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 61(1):182–195.

Warnecke, H.-J. (1992). *Die Fraktale Fabrik – ein integrierender Ansatz*, pages 142–227. Springer Berlin Heidelberg, Berlin.

Warren, B. and Burt, N. (1985). *Leaders: The Strategies for Taking Charge, by Warren Bennis and Burt Nanus*. Harper Row, New York.

Waters, J., Plutchak, B., Pilcher, J., Odland, A., and Jones, D. (2016). A Dynamic Agile Process Model for Situational Awareness. *2016 IEEE International Multi-Disciplinary Conference on Cognitive Methods in Situation Awareness and Decision Support (CogSIMA)n*, pages 116–120.

Webasto Group (2024). CV Standard Batteriesystem.

Webb, J. R. (2016). Scrapping new Product Development efforts: When to keep going, when to fold. *Journal of Business Strategy*, 37(4):32–40.

Weber, Y. and Tarba, S. Y. (2014). Strategic Agility: A state of the art introduction to the special section on strategic agility. *California Management Review*, 56(3):5–12.

Weichbrodt, J., Kropp, M., Biddle, R., Gregory, P., Anslow, C., Bühler, U. M., Mateescu, M., and Meier, A. (2022). *Understanding Leadership in Agile Software Development Teams: Who and How?*, book section Chapter 7, pages 99–113. Lecture Notes in Business Information Processing.

Wendler, R. (2013). The Structure of Agility from different Perspectives. In *2013 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, pages 1177–1184.

Werder, K. and Maedche, A. (2018). Explaining the emergence of Team Agility: A complex adaptive systems perspective. *Information Technology People*, 31(3):819–844.

Whyte, J. and Davies, A. (2021). Reframing Systems Integration: A Process Perspective on Projects. *Project Management Journal*, 52(3):237–249.

Whyte, J., Naderpajouh, N., Clegg, S., Matous, P., Pollack, J., and Crawford, L. (2022). Project Leadership: A Research Agenda for a changing World. *Project Leadership and Society*, 3:1–9.

Wieder, C., Blanco, E., Le Dain, M. A., and Trebucq, B. (2007). How to evaluate the npd Process Agility in an intensive Innovation Context? In *Proceedings of ICED 2007, the 16th International Conference on Engineering Design*, volume DS 42.

Wiencierz, C. and Röttger, U. (2021). The change Process to Agile Public Relations. *Public Relations Review*, 47(5):1–8.

Wiesche, M. (2021). Interruptions in Agile Software Development Teams. *Project Management Journal*, 52(2):210–222.

Wiewiora, A. M. and O'Connor, P. J. (2022). Not all Project Ambiguity is equal: A typology of Project Ambiguity and implications for its Management. *International Journal of Project Management*, 40(8):921–933.

Wilkinson, A., Armstrong, S. J., and Lounsbury, M. (2017). *The Oxford Handbook of Management*. Oxford University Press.

Williams, L. and Cockburn, A. (2003). Agile Software Development: It's about Feedback and Change. *Computer*, 36(6):39–43.

Williams, T., Vo, H., Bourne, M., Bourne, P., Cooke-Davies, T., Kirkham, R., Masterton, G., Quattrone, P., and Valette, J. (2020). A cross-national comparison of public Project Benefits Management Practices – the effectiveness of Benefits Management Frameworks in Application. *Production Planning Control*, 31(8):644–659.

Winby, S. and Worley, C. G. (2014). Management Processes for Agility, Speed, and Innovation. *Organizational Dynamics*, 43(3):225–234.

Winter, R. and Aier, S. (2016). *Design Science Research in Business Innovation*, pages 475–498. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.

Wittmann, J. (2012). *Auftragstaktik - Just a Command Technique or the Core Pillar of Mastering the Military Operational Art*. Miles-Verlag, Norderstedt.

Wittmann, J. (2017). Auftragstaktik for Business Organizations in volatile and uncertain Environments: A competence-based View. *IAFOR Journal of Business Management*, 2(2):29–49.

Wong, L., Bliese, P., and McGurk, D. (2003). Military Leadership: A context specific Review. *The Leadership Quarterly*, 14(6):657–692.

Wrigley, C. and Simons, M. (2024). *Creativity in Military Complexity: Design, Disruptors and Defence Forces*. Routledge.

Wu, T. and Misra, R. B. (2023). Why big Projects fail - and how to give yours a better Chance of Success. *Harvard Business Review*, pages 1–6.

Wynn, D. C. and Clarkson, P. J. (2017). Process Models in Design and Development. *Research in Engineering Design*, 29(2):161–202.

Wynn, D. C. and Clarkson, P. J. (2024). *The Design and Development Process: Perspectives, Approaches and Models*. Springer International Publishing, Cham.

Wynn, D. C. and Eckert, C. M. (2017). Perspectives on Iteration in Design and Development. *Research in Engineering Design*, 28(2):153–184.

Wynn, D. C., Grebici, K., and Clarkson, P. J. (2011). Modelling the Evolution of Uncertainty Levels during Design. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 5(3):187–202.

Wöhr, F., Uhri, E., Königs, S., Trauer, J., Stanglmeier, M., and Zimmermann, M. (2023). Coordination and Complexity: An Experiment on the Effect of Integration and Verification in Distributed Design Processes. *Design Science*, 9:e1.

Yang, C. and Liu, H. (2012). Boosting firm Performance via Enterprise Agility and Network Structure. *Management Decision*, 50(6):1022–1044.

Yap, J. B. H., Skitmore, M., Gray, J., and Shavarebi, K. (2019). Systemic View to understanding Design Change Causation and Exploitation of Communications and Knowledge. *Project Management Journal*, 50(3):288–305.

Yardley, I. and Neal, D. J. (2007). Understanding the Leadership and Culture Dynamic within a Military Context: Applying Theory to an Operational and Business Context. *Defence Studies*, 7(1):21–41.

Yeo, K. T. (1993). Systems Thinking and project Management — Time to Reunite. *International Journal of Project Management*, 11(2):111–117.

Yin, R. K. (2017). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage Publications, Inc., Los Angeles, California, sixth edition edition.

Yukl, G. (2013). *Leadership in Organizations*. Prentice Hall, eighth edition edition.

Yusuf, Y. Y., Sarhadi, M., and Gunasekaran, A. (1999). Agile Manufacturing: The Drivers, Concepts and Attributes. *International Journal of Production Economics*, 62(1):33–43.

Zhang, D. Z. (2011). Towards Theory building in Agile Manufacturing Strategies—Case Studies of an Agility Taxonomy. *International Journal of Production Economics*, 131(1):303–312.

Zhu, M. and Gao, H. (2021). The Antecedents of Supply Chain Agility and their effect on Business Performance: An Organizational Strategy perspective. *Operations Management Research*, 14(1):166–176.

Ziegler, J. A. and DeGrosky, M. T. (2008). Managing the meaning of Leadership: Leadership as 'communicating Intent' in wildland Firefighting. *Leadership*, 4(3):271–297.

Zimmermann, M., Königs, S., Niemeyer, C., Fender, J., Zeherbauer, C., Vitale, R., and Wahle, M. (2017). On the Design of large Systems subject to Uncertainty. *Journal of Engineering Design*, 28(4):233–254.

Zou, W., Brax, S. A., and Rajala, R. (2018). Complexity in Product-Service Systems: Review and Framework. *Procedia CIRP*, 73:3–8.

Zucker, R. (2023). Keep your Team motivated when a Project goes off the Rails. *Harvard Business Review*, pages 1–6.

Zwikael, O. (2024). Benefits Classification to enhance Project Value Creation. *International Journal of Project Management*, 42(2):1–11.

Zwikael, O. and Huemann, M. (2023). Project Benefits Management: Making an Impact on Organizations and Society through Projects and Programs. *International Journal of Project Management*, 41(8):1–5.

Žužek, T., Kušar, J., Rihar, L., and Berlec, T. (2020). Agile-Concurrent Hybrid: A Framework for Concurrent Product Development using Scrum. *Concurrent Engineering*, 28(4):255–264.

Eigene Publikationen

Gadzo, E., Michalides, M., and Koch, A. (2024). Leveraging Design Thinking in MBSE: Mitigating Data and Information Uncertainties – an Integration Model Approach. *Proceedings of the Design Society*, 4:2533–2544.

Michalides, M., Bursac, N., Nicklas, S. J., Weiss, S., and Paetzold, K. (2023a). Analyzing current Challenges on Scaled Agile Development of Physical Products. *Procedia CIRP*, 119:1188–1197.

Michalides, M., Bursac, N., Nicklas, S. J., Weiss, S., and Paetzold, K. (2023b). *Why Companies Scale Agile Development of Physical Products: An Empirical Study*, book section 95, pages 1163–1174. Springer, Singapore.

Michalides, M., Nicklas, S. J., Weiss, S., and Paetzold, K. (2022). Agile Entwicklung physischer Produkte: Eine Studie zum aktuellen Stand in der industriellen Praxis. Report, Universität der Bundeswehr München.

Michalides, M., Weiss, S., Gadzo, E., Paetzold-Byhain, K., and Koch, A. (2024). Relation between Purpose of individual Agile Elements and the Need for their Adaptation in Product Design Development. *Proceedings of the Design Society*, 4:305–314.

Nicklas, S. J., Michalides, M., Atzberger, A., Weiss, S., and Paetzold, K. (2021). Agile Entwicklung physischer Produkte - Eine Studie zum Stand in der industriellen Praxis während der COVID-19-Pandemie. Report, Universität der Bundeswehr München.

Nicklas, S. J., Michalides, M., Gadzo, E., and Koch, A. (2023). A Multi-Dimensional Analysis of the Current State of Research into Globally Distributed Product Development. *34th Symposium Design for X (DFX2023)*, pages 183–194.

Paetzold-Byhain, K., Michalides, M., and Weiss, S. (2026). A Conceptualization of Agility: Utilization and Future Research for the Development of Mechatronic Systems. *Systems*, 14:1–33.

Weiss, S., Michalides, M., and Koch, A. (2024). Transforming Milestone Trend Analysis for Utilization in Scrum: The Increment Drift Analysis. *Proceedings of the NordDesign 2024*, pages 1–10.

Weiss, S., Michalides, M., Pendzik, M., Scharold, F., Stoiber, L., and Paetzold, K. (2023). Agile Entwicklung physischer Produkte 2023 - Eine Studie zum aktuellen Stand in der industriellen Praxis. Report, Technische Universität Dresden.

Appendix

A

Anhang

A.1 Darstellung: Konzept zur Analogiebildung

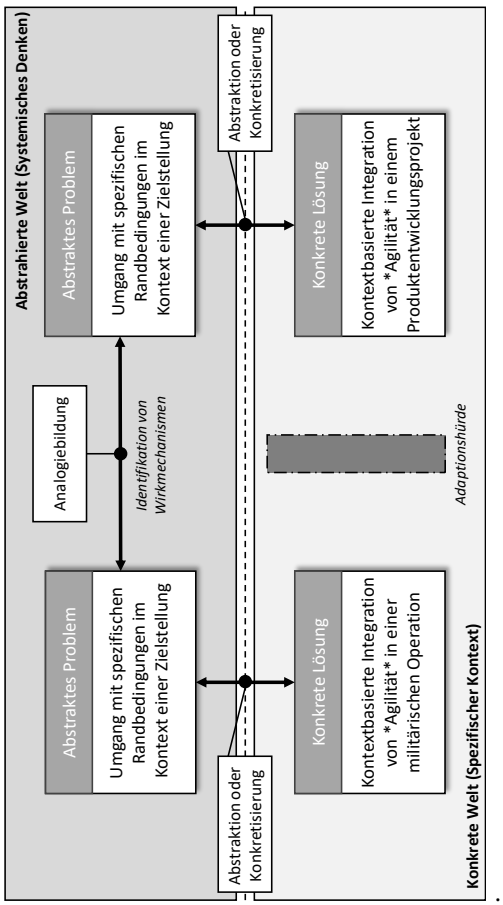


Abbildung A.1
Darstellung des generischen Vorgehens zur Analogiebildung von abstrahierten Elementen mittels Systems Thinking (Systemisches Denken) am Beispiel der vorliegenden Arbeit; Die „*“ sollen auf ein identifiziertes Problem oder Nutzung eines anderen Begriffs hinweisen. Eigene Darstellung in Anlehnung an Ays (2022, S. 96)

A.2 Fragebogen Interviews Bundeswehr

Tabelle A.1
Fragebogen zur Durchführung der Interviews innerhalb der Bundeswehr
EF- Einstiegsfragen
AF-Allgemeine Fragen
ZF-Abschlussfragen

Typ	Frage
EF	Können Sie etwas über sich und ihre Dienstzeit erzählen (Tätigkeitsfeld, Berufserfahrung etc.)?
EF	Können Sie uns einen kurzen Überblick über Ihre Erfahrungen im Einsatz geben?
AF	Im Rahmen militärischer Operation können sich Lagen ändern. Wie wichtig ist die Anpassungsfähigkeit der Landstreitkräfte?
AF	Führen mit Auftrag ist Bestandteil des Führungssystems der Landstreitkräfte (LaSK). Wie nützlich befinden Sie dieses Prinzip?
AF	Wie wichtig ist Führung und die Art der Führung im Kontext dynamischer Umgebungen (Volatilität, Unsicherheiten, Komplexität, Mehrdeutigkeiten)?
AF	Führung, Erziehung und Ausbildung sind zentrale Ausbildungsbestandteile im Militär. Wie steht dies im Zusammenhang mit dem zuvor beschriebenen dynamischen Umfeld des militärischen Einsatzes oder militärischer Operationen?
AF	**Zur Führungsdefinition:** Welche Rolle nimmt der Mensch innerhalb der Bundeswehr ein?
AF	**Zur Führungsdefinition:** Warum muss auf das Verhalten anderer Menschen eingewirkt werden?
AF	**Zur Führungsdefinition:** Welche Möglichkeiten haben Sie auf das Verhalten anderer Soldaten einzuwirken oder andersherum?
AF	**Zur Führungsdefinition:** Welchen Zusammenhang gibt es zwischen Führung und Handlungsfreiheit im Sinne des Führens mit Auftrag?

Fortsetzung **Tabelle A.1**
EF- Einstiegsfragen
AF-Allgemeine Fragen
ZF-Abschlussfragen

Typ	Frage
AF	**Zur Führungsdefinition:** Warum ist Handlungsfreiheit wichtig?
AF	**Zur Führungsdefinition:** Worin liegt der Unterschied zwischen Handlungsfreiheit und Selbstorganisation?
AF	**Zur Führungsdefinition:** Warum schafft man Führungskräfte nicht ab?
AF	**Zur Führungsdefinition:** Unter welchen Bedingungen sind Führungskräfte hinderlich?
AF	Warum ist die Bundeswehr kein autonomes System?
AF	Warum werden übergeordnete Ziele zentralisiert festgelegt, Entscheidungen jedoch dezentralisiert getroffen?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Können Sie in Worte fassen, wie eine militärische Operation abläuft?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Wie kann man sich eine militärische Operation prozessual vorstellen?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Welche Werkzeuge / Tools / Artefakte / Verfahren nutzen Sie, um das Ziel zu definieren, zu kommunizieren?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Welche gesteuerten und nicht gesteuerten Events/Verfahren gibt es?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Wozu werden Zwischenziele definiert?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** In welcher Frequenz werden Lagefeststellungen / Kontrollen durchgeführt?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Wann werden Aufträge reflektiert und hinsichtlich des Ergebnisses geprüft?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Welche Rolle spielen im Sinne der Führung Werte und Prinzipien?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Welche Rolle spielen Routinen oder Vergleichbares?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Versteht jeder Soldat die Auftragstaktik?
AF	**Zum prozessualen Vorgehen:** Nutzen Führungskräfte der Bundeswehr verschiedene Führungsstile und wenn ja warum?
AF	Der Führungsprozess besteht aus verschiedenen Elementen und ist wiederkehrend. Wie stehen Sie zur Beratung ihnen unterstellter Soldaten bevor Sie eine Entscheidung treffen?

Fortsetzung **Tabelle A.1**
EF- Einstiegsfragen
AF-Allgemeine Fragen
ZF-Abschlussfragen

Typ	Frage
AF	Was ist das Führungssystem der LaSK [Landstreitkräfte] und aus welchen Elementen besteht dies, und wo wirken diese zusammen?
AF	Welche Werte, Eigenschaften und Merkmale sind zwingend notwendig, damit das Führungssystem der Bundeswehr funktioniert?
ZF	Wir nähern uns dem Ende des Interviews. Möchten Sie noch ergänzende Aussagen vornehmen oder Themen adressieren, die Ihrer Meinung nach von besonderer Relevanz sind?
ZF	Wären Sie bereit, für weitere Fragen kontaktiert zu werden?

A.3 Fragebogen Validierung Industrie

Tabelle A.2
Fragebogen zur Validierung innerhalb der industriellen Praxis
DD-Demografie
EF-Ergänzungfragen

Nr.	Kriterium	Frage
DD	-	Welche Rolle / Position haben Sie in ihrem Unternehmen inne?
DD	-	Wie viele Jahren Berufserfahrung haben Sie?
DD	-	Seit wie vielen Jahren beschäftigen Sie sich persönlich mit dem Thema Agilität?
DD	-	Seit wie vielen Jahren beschäftigt sich Ihr Unternehmen mit der agilen Entwicklung im Bereich der… Softwareentwicklung / Embedded Software / Entwicklung physischer Produkte?
01	Nützlichkeit	Das Modell ermöglicht mir ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Führung von Produktentwicklungsprojekten.
02	Nützlichkeit	Das Modell leistet einen Beitrag zur verbesserten Handhabung von Anpassungen in der Projektführung von Produktentwicklungsprojekten.
03	Nützlichkeit	Die Führungselemente und Wirkmechanismen sind bereits innerhalb des Scrum Guides zweifelsfrei beschrieben, sodass das Modell nicht nützlich ist.
04	Nützlichkeit	Die Offenlegung der Absichtskommunikation als ein ergänzendes Führungselement ist nützlich.
05	Interne Konsistenz	Die Entkopplung von Führungsabläufen und Handlungsprozessen ist schlüssig und in sich konsistent.
06	Interne Konsistenz	Das Modell eignet sich zur theoretischen Erklärung von Anpassungen bezüglich Führung innerhalb Scrums (Modell stellt somit keinen Widerspruch zum Zweck und Umfang von Scrum dar).
07	Externe Konsistenz	Das Modell widerspricht dem vorhandenen und mir bekanntem Wissen.
08	Externe Konsistenz	Die Analogie zur Führung militärischer Operationen ist nicht nachvollziehbar.
09	Einfachheit	Scrum (gemäß Scrum Guide) vereinfacht Zusammenhänge bezüglich Führung derartig, dass diese Einfachheit zu Problemen in der Anpassung führt.
10	Einfachheit	Das Modell vereinfacht die Anpassung von Führungsprozesse innerhalb Scrums

Fortsetzung **Tabelle A.2**
DD-Demografie
EF-Ergänzungfragen

Nr.	Kriterium	Frage
11	Zweck und Umfang	Durch das Modell ist erkennbar, dass Scrum im Zweck und Umfang universell zur Führung und zum Management von Projekten geeignet ist.
12	Fruchtbarkeit	Durch das Modell ergeben sich weitere zu adressierende Fragestellungen.
13	Fruchtbarkeit	Durch das Modell sind mir neue Relationen innerhalb Scrum´s aufgezeigt worden.
EF	-	Was wert- oder geringschätzen Sie insbesondere an diesem Modell?
EF	-	Welche Verbesserungen würden Sie Vorschlagen und warum?
EF	-	Haben Sie weitere Kommentare oder Feedback?

Anmerkung: Die geschlossenen Fragestellungen wurden mittels Likert-Items konzipiert. Diese beinhalteten eine fünf-stufige Graduierung sowie die Möglichkeit, keine Aussage zu treffen. Folgende Graduierung wurde gewählt: 1 - Trifft gar nicht zu, 2 - Trifft wenig zu, 3 - Trifft teils-teils zu, 4 - Trifft ziemlich zu, 5 - Trifft völlig zu.

A.4 Agilitätsdefinitionen

Tabelle A.3
Definitionen der Agilität in Originalsprache aus unterschiedlichen Domänen und Disziplinen [Anmerkungen Autor]

Autor	Zitat
Brown and Agnew (1982, S. 29)	"Agility [Corporate Agility] - the capacity to react quickly to rapidly changing circumstances."
Kidd (1994, S. 9)	"Agility is defined in dictionaries as quick moving, nimble and active. [..., ff. ihm zugeordnetes Zitat, nicht verifizierbar] Agility - as a rapid and proactive adaptation of enterprise elements to unexpected and unpredicted changes."
Goldman et al. (1995, S. 3)	"Agility - is a comprehensive response to the business challenges of profiting from rapidly changing, continually fragmenting, global markets for high-quality, high-performance, customer-configured goods and services. [ff. Arbeitsdefinition, Seite 8] Agility as the ability to thrive in a competetive enviroment of continually and unpredictably changing market oppurtunities."
Cho et al. (1996, S. 323)	"Agility [Agile Manufacturing] – can be defined as the capability of surviving and prospering in a competitive environment of continuous and unpredictable change by reacting quickly and effectively to changing markets, driven by customer-designed products and services."
Dove et al. (1996, S. 1)	"Agility – The ability of an organization to adapt proficiently (thrive) in a continuously changing, unpredictable business environment."
Gunasekaran (1998, S. 1223)	"Agility [Agile Manufacturing - Definition im Abstract; Ähnlichkeit zu Cho et al.; nicht eindeutig referenziert] – can be defined as the capability to survive and prosper in a competitive environment of continuous and unpredictable change by reacting quickly and effectively to changing markets, driven by customer-designed products and services."
Dove (1999, S. 19)	"Agility – the ability to manage and apply knowledge effectively."

Fortsetzung **Tabelle A.3**

Autor	Zitat
Yusuf et al. (1999, S. 37)	"Agility is the successful exploration of competitive bases (speed, exibility, innovation proactivity, quality and profitability) through the integration of reconfigurable resources and best practices in a knowledge-rich environment to provide customer-driven products and services in a fast changing market environment."
Christopher (2000, S. 38)	"Agility might, therefore, be defined as the ability of an organization to respond rapidly to changes in demand, both in terms of volume and variety."
Hooper et al. (2001, S. 630)	"Agility refers to the ability of an enterprise to develop and exploit its inter- and intra-organisational capabilities to successfully compete in an uncertain and unpredictable business environment."
Breu et al. (2002, S. 21)	"Agility was defined as 'an aircraft's ability to change manoeuvre state, or, put another way, as the time derivative of manoeuvrability' (nach Richards, 1996, S. 60)."
Tsourveloudis and Valavanis (2002, S. 330)	"Agility is more formally defined as the ability of an enterprise to operate profitably in a rapidly changing and continuously fragmenting global market environment by producing high-quality, high-performance, customer-configured goods and services."
Sambamurthy et al. (2003, S. 238)	"Agility - the ability to detect and seize market opportunities with speed and surprise."
Conboy and Fitzgerald (2004, S. 40)	"Agility - The continual readiness of an entity to rapidly or inherently, proactively or reactively, embrace change, through high quality, simplistic, economical components and relationships with its environment."
Larman (2004, S. 25)	"Agility - rapid and flexible response to change."
Erickson et al. (2005, S. 89)	"Agility - At its core, agility means to strip away as much of the heaviness, commonly associated with traditional software-development methodologies, as possible to promote quick response to changing environments, changes in user requirements, accelerated project deadlines, and the like."

Fortsetzung **Tabelle A.3**

Autor	Zitat
Haberfellner and de Weck (2005, S. 1450)	"Agility - Property of a system that can be changed rapidly."
Levine (2005, S. 355)	"Agility is defined as the quality of state of being agile [...]."
Raschke and David (2005, S. 356)	"Agility [Business Process Agility] - the ability to dynamically modify and/or reconfigure a business process selecting from a set of business process capabilities to accommodate required and potential needs of the firm."
van Oosterhout et al. (2005, S. 278)	"Agility [Business Agility] - is being able to swiftly and easily change business and business processes outside the normal level of flexibility to effectively deal with highly unpredictable external and internal changes."
Adolph (2006, S. 2)	"Boyd defined agility as: one side in a conflict or in competition is more agile than its opponent if it can change the situation more quickly than the other side [...]."
Agarwal et al. (2006, S. 212)	"Agility is a business-wide capability that embraces organizational structures, information systems, logistic processes and in particular, mindesets."
Lyytinen and Rose (2006, S. 183)	"Agility can be defined in general as the quality or capability of being quick moving and nimble. In the context of information system development (ISD), agility can be defined as an ISD organization's ability to sense and respond swiftly to technical changes and new business opportunities."
Narasimhan et al. (2006, S. 443)	"Agility conveys the ability to efficiently change operating states in response to uncertain and changing market conditions."
Overby et al. (2006, S. 121)	"Agility [Enterprise Agility] - is defined as the ability of firms to sense environmental change and respond readily."
Swafford et al. (2006, S. 172)	"Agility [Organizational Agility] - is the capability of an organization to adapt or react to marketplace changes or to seize/exploit market opportunities with speed and quickness."

Fortsetzung **Tabelle A.3**

Autor	Zitat
Fink and Neumann (2007, S. 444)	"Agility [IT-dependent Strategic Agility] - relates in this study to the ability to respond efficiently and effectively to emerging market opportunities."
Wieder et al. (2007, S. 4)	"Agility [NPD Process Agility] - The ability to face repeated periods of instability due to some modifications of the product dominant design: By anticipating the impact of such a change. By developing the innovative product in a cost effective and responsive manner i.e. without negatively impacting NPD on cost, quality and time."
Qumer and Henderson-Sellers (2008, S. 281)	"Agility is a persistent behaviour or ability of a sensitive entity that exhibits flexibility to accommodate expected or unexpected changes rapidly, follows the shortest time span, uses economical, simple and quality instruments in a dynamic environment and applies updated prior knowledge and experience to learn from the internal and external environment."
Conboy (2009, S. 340)	"Agility - the continual readiness of an ISD method to rapidly or inherently create change, proactively or reactively embrace change, and learn from change while contributing to perceived customer value (economy, quality, and simplicity), through its collective components and relationships with its environment."
Highsmith (2009, S. 13)	"Agility as the ability to balance stability and flexibility." "Agility is the ability to both create and respond to change in order to profit in a turbulent business environment."
Ganguly et al. (2009, S. 411)	"Agility - An effective integration of response ability and knowledge management in order to rapidly, efficiently and accurately adapt to any unexpected (or unpredictable) change in both proactive and reactive business/customer needs and opportunities without compromising with the cost or the quality of the product/process."

Fortsetzung **Tabelle A.3**

Autor	Zitat
Raschke (2010, S. 299)	“Agility [Business Process Agility; Verfeinerte Unterdefinition] - the ability to add and/or reconfigure a business process by quickly adding new capabilities to the set of business process capabilities to accommodate the potential needs of the firm."
Kester et al. (2011, S. 648)	“Agility - The firm readily changes the composition of its NPD portfolio to reflect potential opportunities and threats.”
Tallon and Pinsonneault (2011, S. 464)	“Agility - defined as the ability to detect and respond to oppurtunities and threats with ease, speed, and dexterity.”
Roberts and Grover (2012, S. 232)	“Agility [Customer Agility] - which is defined as the degree to which a firm is able to sense and respond quickly to customer-based opportunities for innovation and competitive action.”
Yang and Liu (2012, S. 1029)	“Agility [Enterprise Agility] - by definition refers to a firm’s ability to sense external unpredictable changes and then respond to them readily by reconfiguring and reintegrating extant resources, information, processes, and technologies.”
Gligor et al. (2013, S. 95)	“Agility [Supply Chain Agility] - as a firm’s ability to quickly adjust tactics and operations within its supply chain to respond or adapt to changes, opportunities, or threats in its environment.”
Ryan et al. (2013, S. 108)	“Agility is the measure of how quickly a system’s capabilities can be modified in response to external change.”
Alberts et al. (2014, S. 55)	“Agility is the capability to successfully effect, cope with and/or exploit changes in circumstances.”
Wang et al. (2014, S. 184)	“Agility [Enterprise Agility; Ergänzung zu Overby et al.] - which is defined as the ability to sense changes in the environment and respond in a timely, cost-effective manner.”
Weber and Tarba (2014, S. 5)	“Agility [Strategic Agility] - the ability to remain flexible in facing new developments, to continuously adjust the company’s strategic direction, and to develop innovative ways to create value.”

Fortsetzung **Tabelle A.3**

Autor	Zitat
Winby and Worley (2014, S. 226)	"Agility [Organization Agility] is a cultivated capability that allows the organization to make timely, effective, and sustained change when changing circumstances require it."
Böhmer et al. (2015, S. 4)	"Agility is the capability to react, and adopt to expected and unexpected changes within a dynamic environment constantly and quickly; and to use those changes (if possible) as an advantage."
Harraf et al. (2015, S. 675)	"Agility is a measure of responsiveness; anticipated responses to an external stimulus are illustrative of an organization's overall flexibility."
L'Hermitte et al. (2015, S. 211)	"Agility is the adaptive capacity of an organisation as a whole to build strategic capabilities that support operational responsiveness and flexibility in order to manage existing or arising risks, uncertainties, and opportunities in the logistics and supply chain environment."
Conforto et al. (2016, S. 667)	"Agility is the project team's ability to quickly change the project plan as a response to customer or stakeholders needs, market or technology demands in order to achieve better project and product performance in an innovative and dynamic project environment."
Kock and Georg Gemünden (2016, S. 671)	"Agility [adaptiert von Kester et al. 2011] is defined as the ability to quickly adapt the firm's innovation portfolio to changing customer needs and competitive conditions, changing resource situations, changing technological opportunities and threats, and changing strategic goals."
Lowry and Wilson (2016, S. 213)	"Agility [IT Agility] - The ability to respond operationally and strategically to changes in the external environment through IT."
Teece et al. (2016, S. 17)	"Agility as the capacity of an organization to efficiently and effectively redeploy/redirect its resources to value creating and value protecting (and capturing) higher-yield activities as internal and external circumstances warrant."
Vanharanta et al. (2018, S. 130)	"Agility means being gently rolling, light, flexible, witty and nimble."

Fortsetzung **Tabelle A.3**

Autor	Zitat
Albers et al. (2019a, S. 10)	"Agility - based on the system triple theory - is the ability of an operation system to continuously check and question the validity of a project plan with regard to the planning stability of the elements in the system triple and, in the case of an unplanned information constellation, to implement a situation- and demand oriented adaptation of the sequence of synthesis and analysis activities, whereby the customer-, user- and provider-benefits are increased in a targeted manner."
Cai et al. (2019, S. 423)	"Agility [Organizational Agility] - defined as a firm's ability to address unexpected changes via rapid and innovative responses."
Irfan et al. (2019, S. 115)	"Agility [Organizational Agility] is the firm's capability to respond in conjunction with suppliers and key stakeholders to market disruptions in a timely way."
Attar and Abdul-Kareem (2020, S. 172)	"Agility [Organizational Agility] - is basically an organisation-wide capability to proactively and relentlessly anticipate, respond, react and capture unique market opportunities in the quest to thrive in this current unpredictable, volatile and global competitive business environment."
Gren and Lenberg (2020, S. 351)	"By defining agility as responsiveness to change, we define the end goal and see all other aspects as means to that end."
Baham and Hirschheim (2021, S. 112)	"Agility - As a software development team's ability to anticipate, create, learn from and respond to changes in user requirements through a process of continual readiness."
Clauss et al. (2021, S. 769)	"Agility [Strategic Agility] - is defined as a firm's ability to renew itself continuously and to maintain flexibility without compromising efficiency."
Huang et al. (2021, S. 1)	"Agility [Plattform-based Customer Agility] - is the ability to leverage the voice of the customer on a platform to achieve market intelligence and to explore competitive action opportunities."
Kuhn et al. (2021, S. 622)	"Agility [Organizational Agility] - in this context describes the ability to quickly adapt the organizational structure to changing requirements."

Fortsetzung **Tabelle A.3**

Autor	Zitat
Walter (2021, S. 379)	“Agility [Organizational Agility] - is a learned, permanently-available dynamic capability that can be performed to a necessary degree in a quick and efficient fashion, and whenever needed in order to increase business performance in a volatile market environment.“
Wiencierz and Röttger (2021, S. 1)	“Agility is the overall capability of an organization or organizational unit to respond to and take advantage of the changes initiated by drivers in the internal and external environments.“
Zhu and Gao (2021, S. 168)	“Agility [Suppy Chain Agility] - is commonly described as the firm’s ability to sense and respond to environmental changes in a timely manner.“
Ozkan and Gok (2022, S. 39)	“Agility - the ability of software development entities including processes, people, technology, tools and approaches to sense and embrace predicted, unpredicted, certain, uncertain external and internal changes, and responding to them reactively or proactively in a timely and inherently manner.”
Salmela et al. (2022, S. 1089)	“Agility [Digital Agility] as the capability of a unit to capitalize on opportunities/threats induced by generative digital technologies under constrained or unfolding time frames.”
Agarwal et al. (2023, S. 3673)	“Agility is an organization’s dynamic skill for managing change and uncertainty in the environment.”
Alliance (2023, S. 1)	“Agile [Agility] is the ability to create and respond to change. It is a way of dealing with, and ultimately succeeding in, an uncertain and turbulent environment.”
Amorim et al. (2023, S. 1)Amorim et al. (2023, p.1)	“Agility - i.e., the ability to respond to change in a timely and suitable fashion.”
Hiller and Ozgen (2023, S. 25)	“Agility - as an organization’s ability to leverage existing capabilities, to reconfigure existing capabilities, and to create new capabilities.”
Patil and Suresh (2023, S. 2325)	“Agility [Organization´s Engineering Agility] - is its capacity to respond swiftly to change requests connected to product needs.“

A.5 Auszug von Abbildungen in deutscher und englischer Sprache

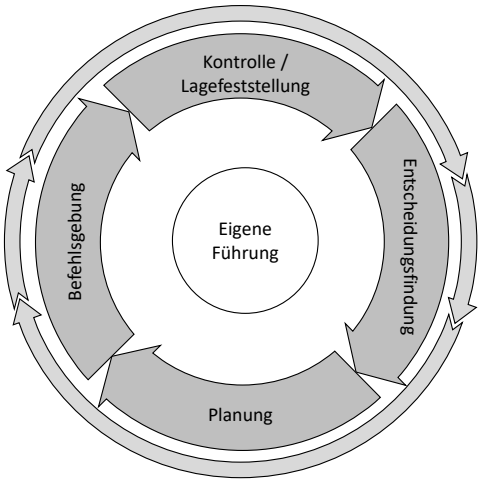


Abbildung A.2
Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 3.4

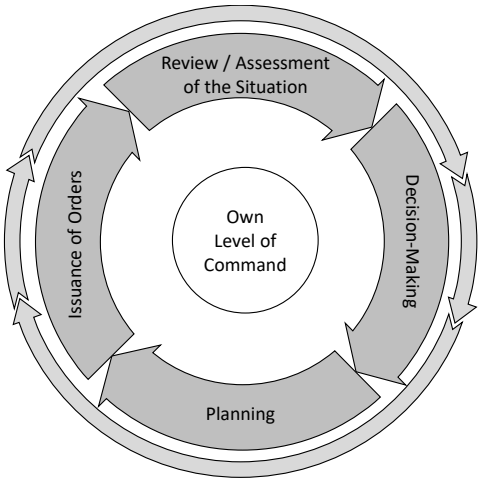


Abbildung A.3
Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 3.4

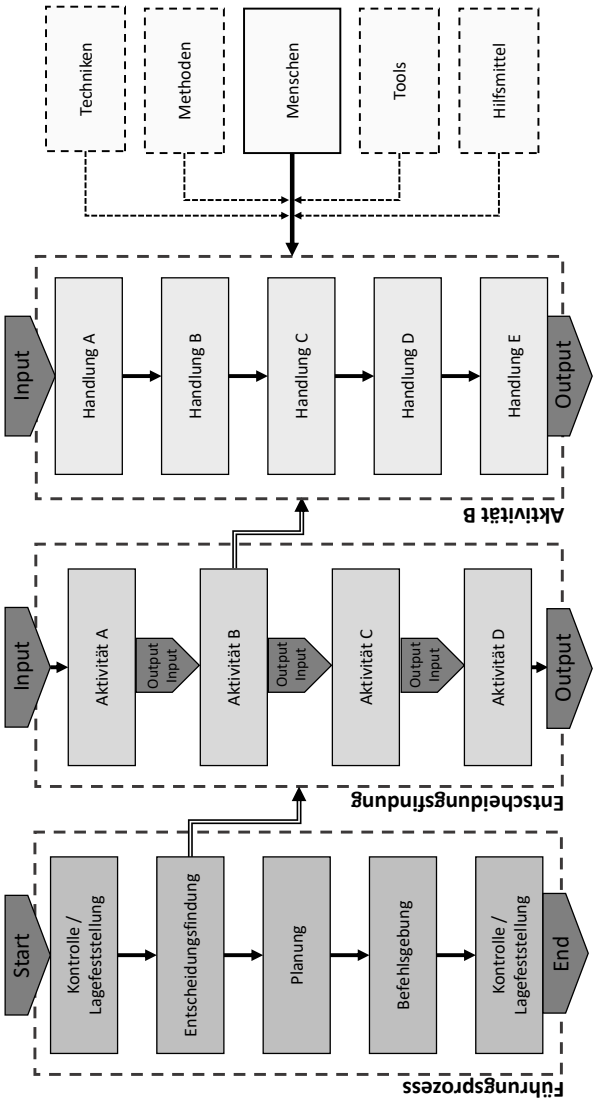


Abbildung A.4
Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.5

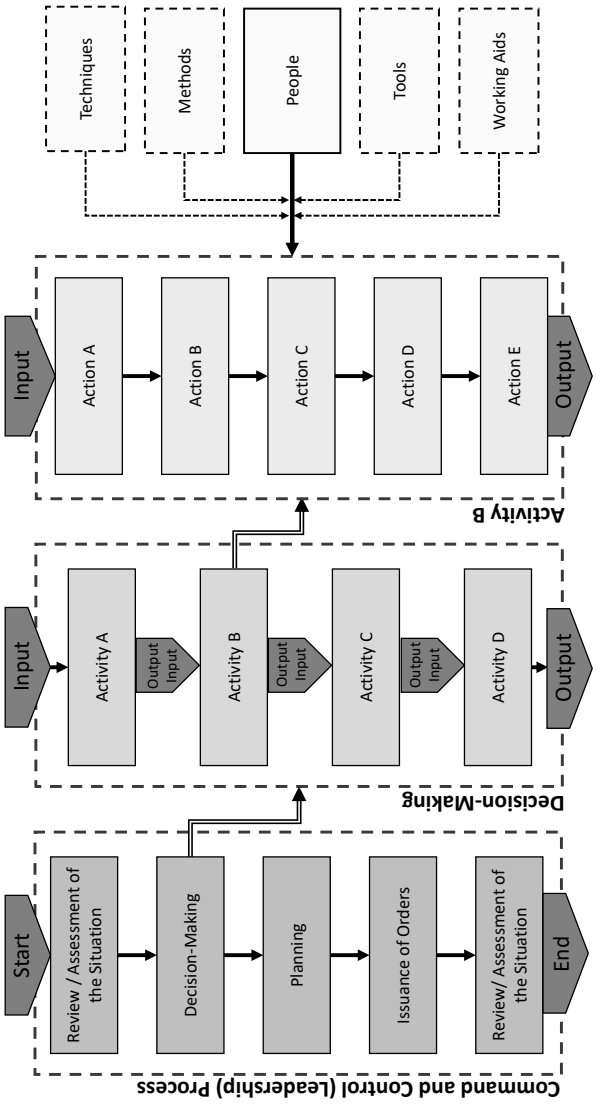


Abbildung A.5
Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.5

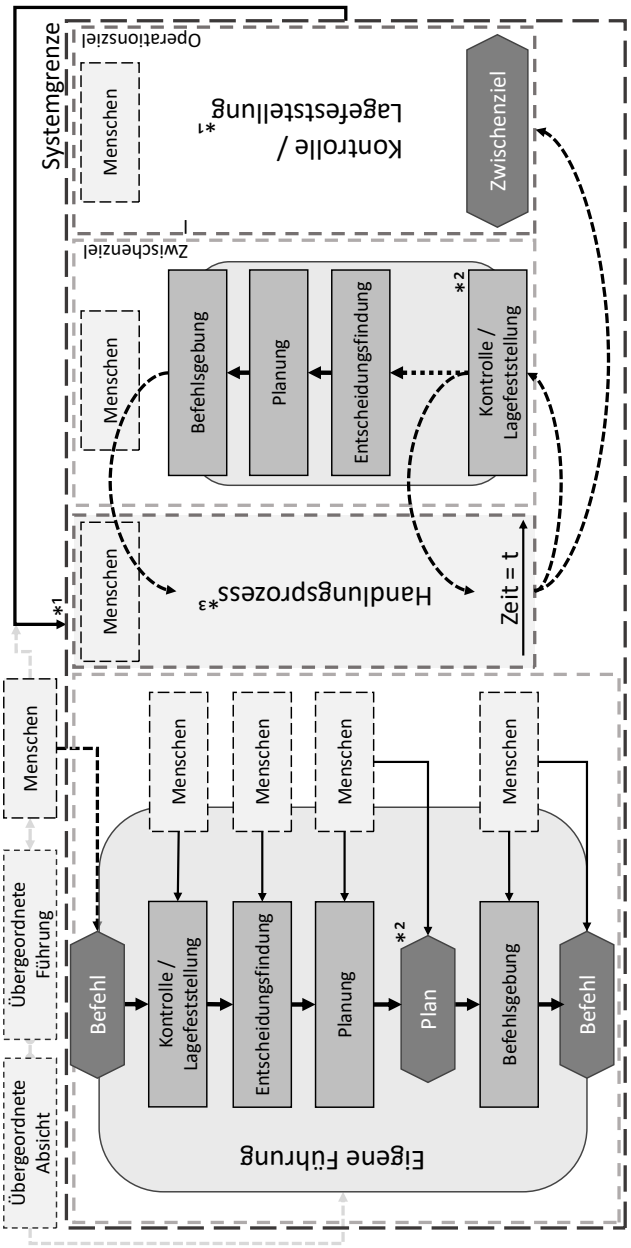


Abbildung A.6
Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.7

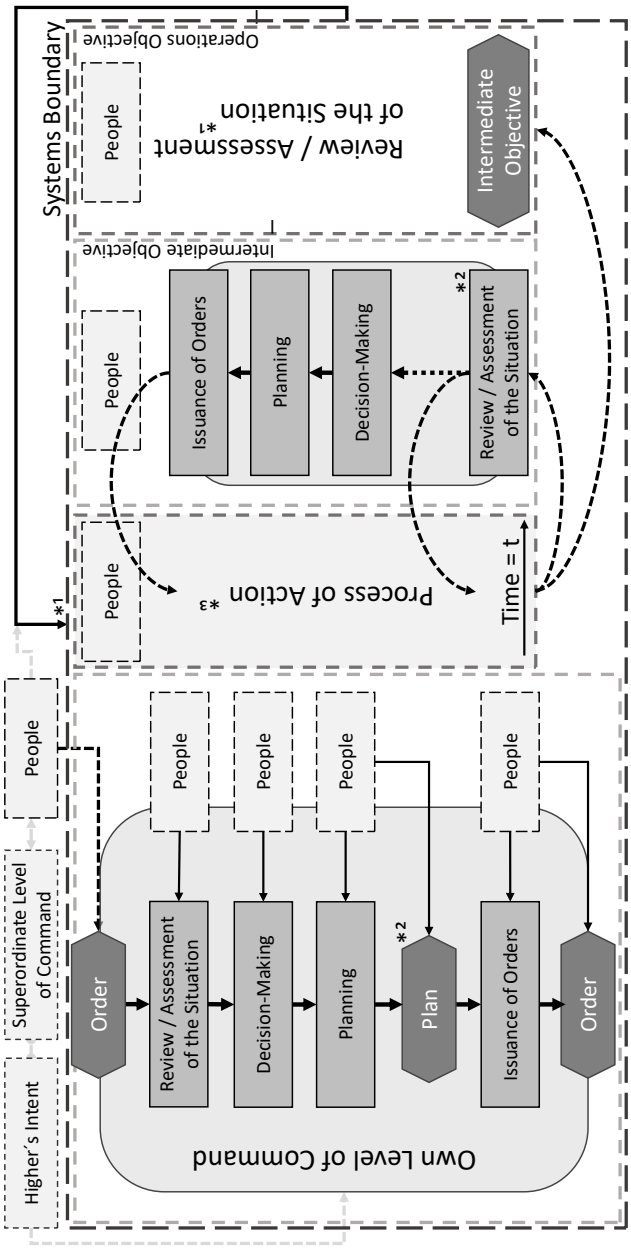


Abbildung A.7
Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.7

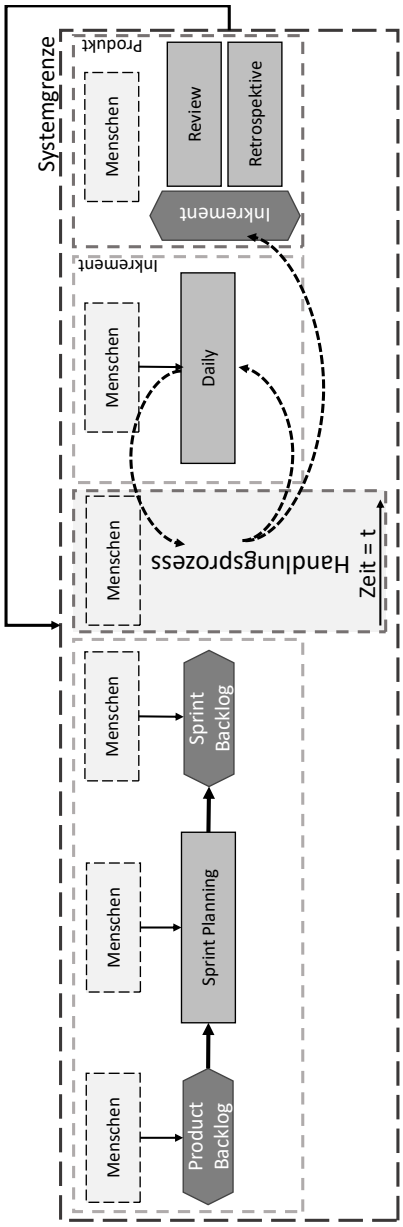


Abbildung A.8
Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.8

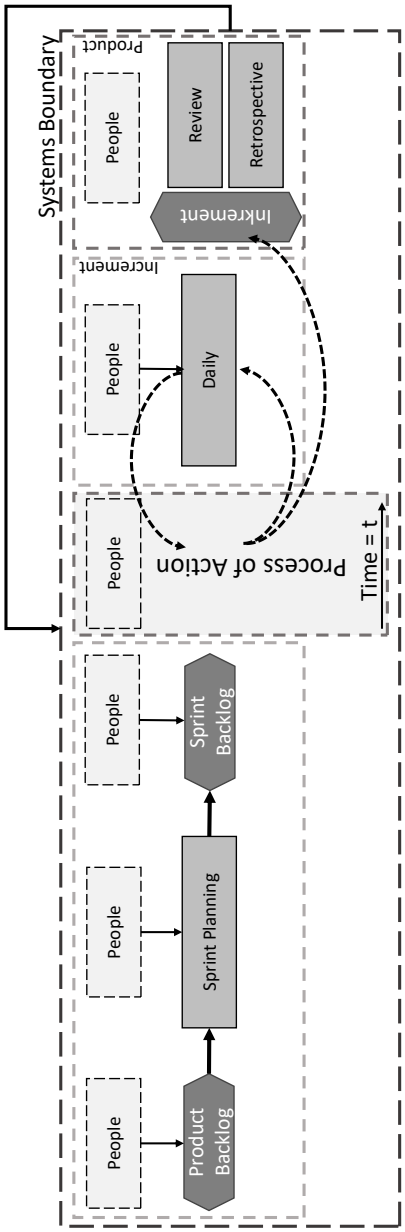


Abbildung A.9
Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.8

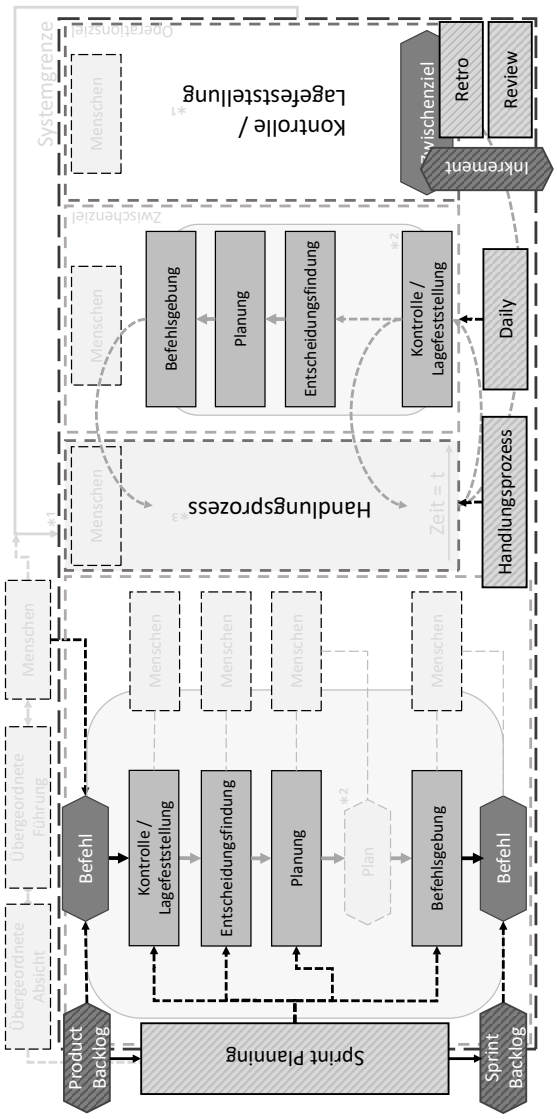


Abbildung A.10
Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.9

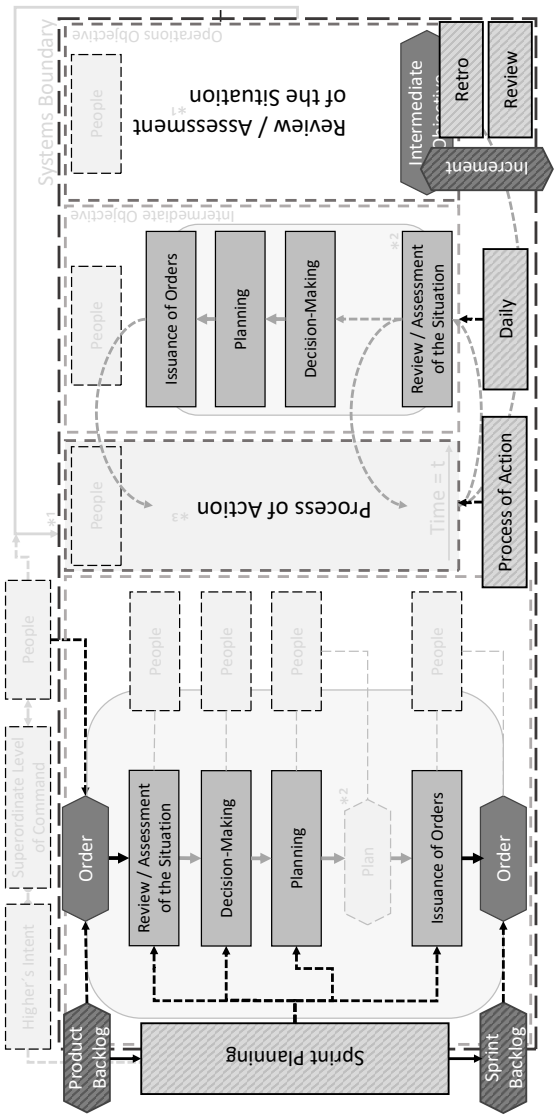


Abbildung A.11
Übersetztes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.9

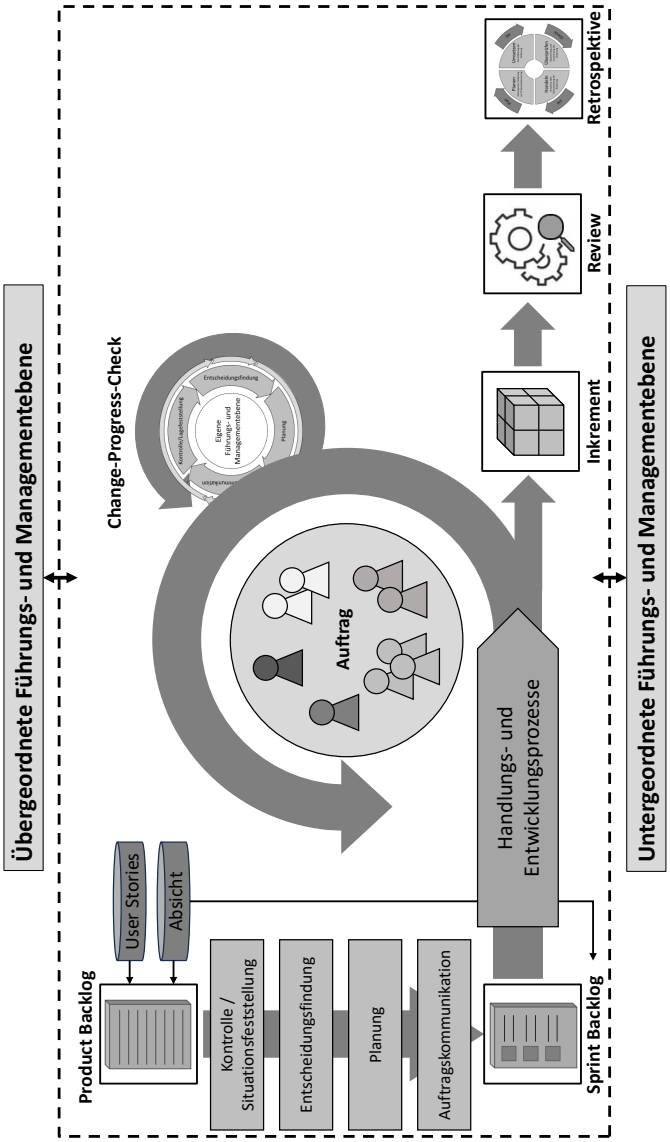


Abbildung A.12
Skaliertes Original in deutscher Sprache, siehe Abbildung 5.15

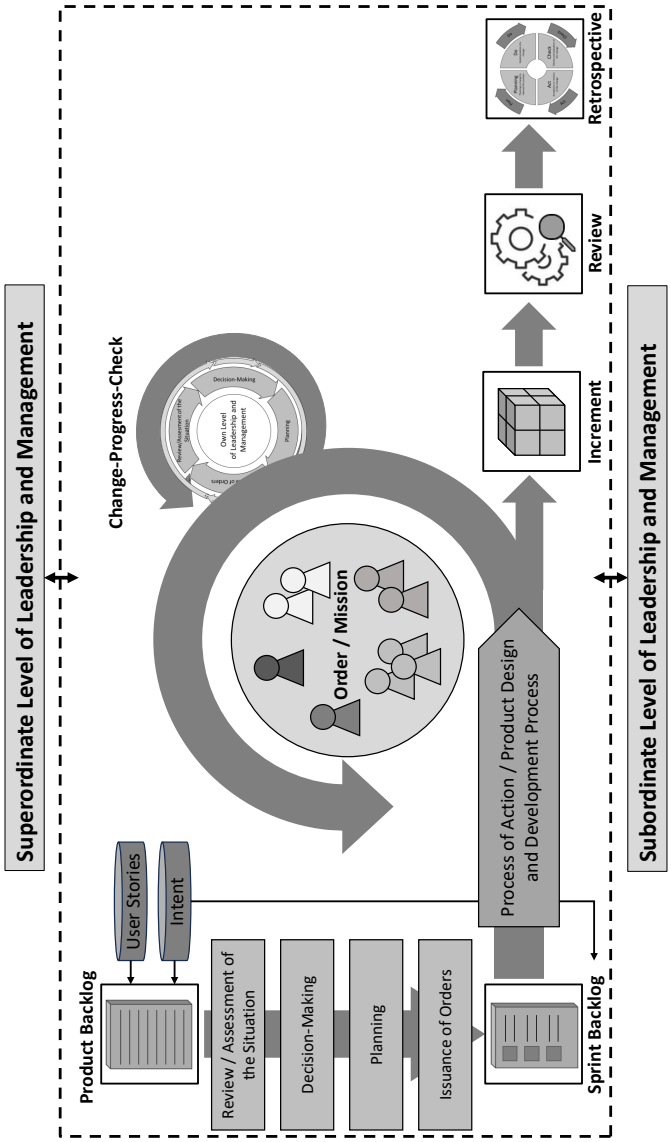


Abbildung A.13
Skaliertes Original in englischer Sprache, siehe Abbildung 5.15

A.6 Statistische Berechnungsgrundlagen für Stichproben

Nachfolgend werden die statistischen Berechnungsgrundlagen für die jeweiligen Kennzahlen für Stichproben (nicht Population) dargestellt. Ein Signifikanzniveau von 95% entspricht einem α-Wert von 0.05. Der n-Wert entspricht der Stichprobengröße wie zum Beispiel die Anzahl der befragten Teilnehmer.

1. Mittelwert

$$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$$

2. Median

$$\tilde{X} = \begin{cases} X_{\frac{n+1}{2}}, & \text{wenn } n \text{ ungerade ist} \\ \frac{X_{\frac{n}{2}} + X_{\frac{n}{2}+1}}{2}, & \text{wenn } n \text{ gerade ist} \end{cases}$$

3. Standardabweichung

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \bar{X}\right)^2}$$

4. Varianz

$$s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(X_i - \bar{X}\right)^2$$

5. Konfidenzintervall

$$\text{CI} = \bar{X} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{mit } \alpha \text{ als Signifikanzniveau}$$

A.7 Fallbeispiel A - Detaillierter Überblick zu den Antworten der Teilnehmer

Tabelle A.4
Fallbeispiel A - Frage 1: Das Modell ermöglicht mir ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Führung innerhalb von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2					✗	
T3				✗		
T4					✗	
T5					✗	
T6					✗	
T7					✗	

Tabelle A.5
Fallbeispiel A - Frage 2: Das Modell leistet einen Beitrag zur verbesserten Anpassungsmöglichkeiten in der Projektführung von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1				✗		
T2				✗		
T3					✗	
T4				✗		
T5				✗		
T6				✗		
T7				✗		

Tabelle A.6
Fallbeispiel A - Frage 3: Die Führungselemente und Wirkmechanismen sind bereits innerhalb des Scrum Guides zweifelsfrei beschrieben, sodass das Modell nicht nützlich ist; T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1	✗					
T2	✗					
T3						✗
T4	✗					
T5	✗					
T6	✗					
T7		✗				

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2					✗	
T3					✗	
T4					✗	
T5					✗	
T6					✗	
T7					✗	

Tabelle A.7
Fallbeispiel A - Frage 4: Die Offenlegung der Absichtskommunikation als ein ergänzendes Führungselement ist nützlich;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1				✗		
T2					✗	
T3					✗	
T4					✗	
T5					✗	
T6					✗	
T7				✗		

Tabelle A.8
Fallbeispiel A - Frage 5: Die Entkopplung von Führungsabläufen und Handlungsprozessen ist schlüssig und in sich konsistent;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2				✗		
T3					✗	
T4					✗	
T5					✗	
T6					✗	
T7					✗	

Tabelle A.9
Fallbeispiel A - Frage 6: Das Modell eignet sich zur theoretischen Erklärung von Anpassungen bezüglich Führung innerhalb Scrums (Modell stellt somit keinen Widerspruch zum Zweck und Umfang von Scrum dar); T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1	✗					
T2						✗
T3	✗					
T4	✗					
T5	✗					
T6	✗					
T7	✗					

Tabelle A.10
Fallbeispiel A - Frage 7: Das Modell widerspricht dem vorhandenen und mir bekanntem Wissen;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1	✗					
T2		✗				
T3	✗					
T4		✗				
T5	✗					
T6	✗					
T7	✗					

Tabelle A.11
Fallbeispiel A - Frage 8: Die Analogie zur Führung militärischer Operationen ist nicht nachvollziehbar;
T = Teilnehmer

Tabelle A.12
Fallbeispiel A - Frage 9: Scrum (gemäß Scrum Guide) vereinfacht Zusammenhänge bezüglich Führung derartig, dass diese Einfachheit zu Problemen in der Anpassung führt;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1		✗				
T2				✗		
T3						✗
T4				✗		
T5			✗			
T6	✗					
T7		✗				

Tabelle A.13
Fallbeispiel A - Frage 10: Das Modell vereinfacht die Anpassung von Führungsprozesse innerhalb Scrum´s;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1				✗		
T2				✗		
T3		✗				
T4				✗		
T5				✗		
T6				✗		
T7				✗		

Tabelle A.14
Fallbeispiel A - Frage 11: Durch das Modell ist erkennbar, dass Scrum im Zweck und Umfang universell zur Führung und zum Management von Projekten geeignet ist;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2					✗	
T3					✗	
T4					✗	
T5					✗	
T6					✗	
T7			✗			

Tabelle A.15
Fallbeispiel A - Frage 12: Durch das Modell ergeben sich weitere zu adressierende Fragestellungen;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1				✗		
T2		✗				
T3						✗
T4				✗		
T5		✗				
T6				✗		
T7				✗		

Tabelle A.16
Fallbeispiel A - Frage 13: Durch das Modell sind mir neue Relationen innerhalb Scrum´s aufgezeigt worden;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2				✗		
T3	✗					
T4				✗		
T5				✗		
T6					✗	
T7					✗	

A.8 Fallbeispiel B - Detaillierter Überblick zu den Antworten der Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1				✗		
T2			✗			
T3			✗			
T4				✗		
T5			✗			
T6				✗		
T7				✗		
T8			✗			
T9	✗					

Tabelle A.17
Fallbeispiel B - Frage 1: Das Modell ermöglicht mir ein tiefergehendes Verständnis hinsichtlich der Führung innerhalb von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1			✗			
T2				✗		
T3				✗		
T4				✗		
T5				✗		
T6				✗		
T7				✗		
T8				✗		
T9			✗			

Tabelle A.18
Fallbeispiel B - Frage 2: Das Modell leistet einen Beitrag zur verbesserten Handhabung von Anpassungen in der Projektführung von Produktentwicklungsprojekten; T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1	✗					
T2	✗					
T3		✗				
T4	✗					
T5			✗			
T6			✗			
T7	✗					
T8		✗				
T9		✗				

Tabelle A.19
Fallbeispiel B - Frage 3: Die Führungselemente und Wirkmechanismen sind bereits innerhalb des Scrum-Guides zweifels-frei beschrieben, sodass das Modell nicht nützlich ist; T = Teilnehmer

Tabelle A.20
Fallbeispiel B - Frage 4: Die Offenlegung der Absichtskommunikation als ein ergänzendes Führungselement ist nützlich;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2					✗	
T3					✗	
T4					✗	
T5					✗	
T6				✗		
T7					✗	
T8						✗
T9					✗	

Tabelle A.21
Fallbeispiel B - Frage 5: Die Entkopplung von Führungsabläufen und Handlungsprozessen ist schlüssig und in sich konsistent;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2				✗		
T3				✗		
T4					✗	
T5				✗		
T6				✗		
T7				✗		
T8				✗		
T9				✗		

Tabelle A.22
Fallbeispiel B - Frage 6: Das Modell eignet sich zur theoretischen Erklärung von Anpassungen bezüglich Führung innerhalb Scrums (Modell stellt somit keinen Widerspruch zum Zweck und Umfang von Scrum dar);
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2				✗		
T3				✗		
T4					✗	
T5				✗		
T6				✗		
T7					✗	
T8				✗		
T9				✗		

Tabelle A.23
Fallbeispiel B - Frage 7: Das Modell widerspricht dem vorhandenen und mir bekanntem Wissen;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1	✗					
T2	✗					
T3		✗				
T4	✗					
T5	✗					
T6	✗					
T7	✗					
T8	✗					
T9	✗					

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1	✗					
T2	✗					
T3			✗			
T4	✗					
T5	✗					
T6	✗					
T7		✗				
T8	✗					
T9	✗					

Tabelle A.24
Fallbeispiel B - Frage 8: Die Analogie zur Führung militärischer Operationen ist nicht nachvollziehbar;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1		✗				
T2					✗	
T3				✗		
T4				✗		
T5			✗			
T6			✗			
T7			✗			
T8		✗				
T9			✗			

Tabelle A.25
Fallbeispiel B - Frage 9: Scrum (gemäß Scrum Guide) vereinfacht Zusammenhänge bezüglich Führung derartig, dass diese Einfachheit zu Problemen in der Anpassung führt;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1				✗		
T2			✗			
T3				✗		
T4				✗		
T5			✗			
T6				✗		
T7						✗
T8			✗			
T9						✗

Tabelle A.26
Fallbeispiel B - Frage 10: Das Modell vereinfacht die Anpassung von Führungsprozesse innerhalb Scrum´s;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1				✗		
T2				✗		
T3				✗		
T4				✗		
T5			✗			
T6			✗			
T7			✗			
T8					✗	
T9				✗		

Tabelle A.27
Fallbeispiel B - Frage 11: Durch das Modell ist erkennbar, dass Scrum im Zweck und Umfang universell zur Führung und zum Management von Projekten geeignet ist;
T = Teilnehmer

Tabelle A.28
Fallbeispiel B - Frage 12: Durch das Modell ergeben sich weitere zu adressierende Fragestellungen;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1					✗	
T2				✗		
T3				✗		
T4			✗			
T5					✗	
T6				✗		
T7					✗	
T8		✗				
T9			✗			

Tabelle A.29
Fallbeispiel B - Frage 13: Durch das Modell sind mir neue Relationen innerhalb Scrum´s aufgezeigt worden;
T = Teilnehmer

	1 - gar nicht	2 - wenig	3 - teils-teils	4 - ziemlich	5 - völlig	N/A
T1			✗			
T2					✗	
T3		✗				
T4			✗			
T5				✗		
T6				✗		
T7			✗			
T8				✗		
T9	✗					

A.9 Anmerkungen zu den Annahmen und Ergebnissen der Dissertation aus militärischer Sicht

Im Folgenden sollen einige ergänzende Anmerkungen für Militärangehörige festgehalten werden, um die Ergebnisse der Dissertation besser einordnen zu können.
Im Rahmen dieser Arbeit wurden unter anderem valide Ergebnisse auf Basis des deutschen Führungssystems der Landstreitkräfte abgeleitet.
Der deutsche Führungsprozess der Landstreitkräfte ist ein Prozess, welcher insbesondere auf der taktischen Ebene zur Anwendung gebracht wird, obgleich dessen grundsätzliche Logik auch auf allen anderen Führungsebenen problemlos anwendbar ist. Nichtsdestotrotz gewinnen die Teilprozesse dadurch an Umfang und an Bearbeitungszeiten, wie das im Kontext eines operativen Planungsprozess (vgl. z. B. NSO, 2010, S. 160) zu denken wäre. Dies gilt selbstverständlich gleichermaßen für höhere taktische Ebenen. Die Führungsprozesse auf unterschiedlichen taktischen Ebenen haben demgemäß ebenfalls verschiedene Zeithorizonte und Umfänge (vgl. BMVg, 2022c, S. 41).
In der vorliegenden Arbeit wird die Thematik der Interoperabilität sowie deren Besonderheiten hinsichtlich Skalierung und Harmonisierung bewusst ausgeklammert, da eine der wesentlichen Prämissen darin bestand, sich auf die Landoperationen zu konzentrieren. Hierfür genügen im Kontext dieser Arbeit taktische Betrachtungsebenen unterhalb der Führungsebene Division, in der zum Beispiel das Gefecht der verbundenen Waffen geführt wird (vgl. Brigade).
Ab der Brigadeebene aufwärts wird mitunter der taktische Führungsprozess der NATO (Tactical Planning for Land Forces) angewandt, wobei der Brigade nach deutschem Verständnis eine Schanierfunktion zu Teil wird. Vereinfacht gesprochen, ist die Brigade also Bindeglied zwischen den beiden Führungsprozessen. Dies kann dennoch, je nach Auftrag und der jeweiligen Zusammensetzung der militärischen Akteure und Bündnispartner, variieren. Die militärische operative Ebene im Kontext der

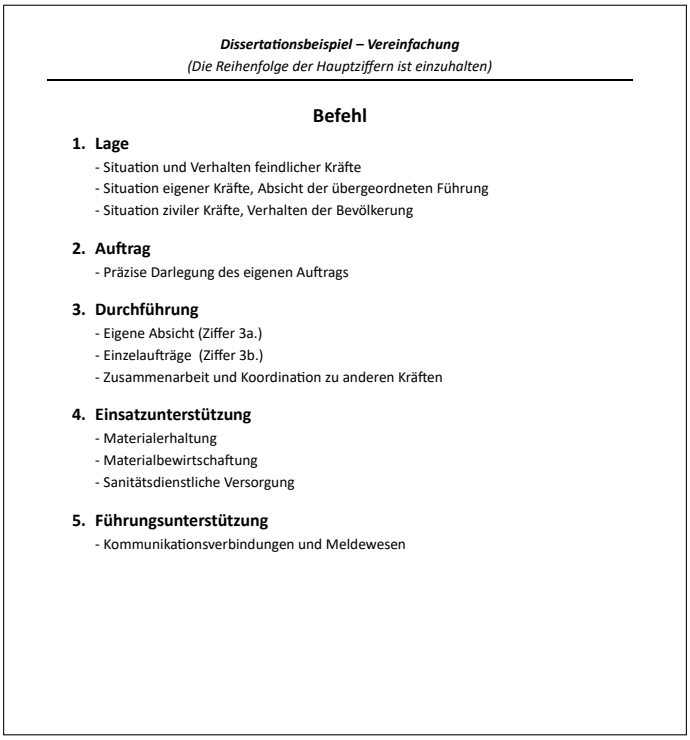
NATO ist diejenige Strukturebene, in der die relevanten Dimensionen der Operationen (z.B. Luft, Land usw.) in Hinblick auf die operativen Ziele zusammengeführt werden, beispielsweise im Rahmen eines Joint Forces Command (vgl. NSO, 2022, S. 24). Die strategische Ebene wird dann exemplarisch im Supreme Headquarters Allied Powers Europe zu denken und wiederzufinden sein. Wenn man ausschließlich in Richtung Bundeswehr argumentieren möchte und würde, kann man die operative Ebene im Operativen Führungskommando der Bundeswehr wiederfinden. Die strategische Ebene ist dann im Bundesministerium der Verteidigung zu verorten und dementsprechend zu denken. Über das Verteidigungsministerium (BMVg) ist wiederum die Verbindung zur Politik abgesichert. Diese Sachverhalte werden in den Abbildungen und Ausführungen jedoch nicht mit letzter Präzision dargestellt, da diese Arbeit keinen Beitrag zu den Militärwissenschaften leisten soll, sondern einen Beitrag zur agilen Produktentwicklung. Insofern müssen Abbildungen als Denkmodelle verstanden werden. Dies wird zum Beispiel in Abbildung 5.10 ersichtlich, da auf taktischer Ebene nicht alle Führungsebenen vollständig dargestellt sind. Im Rahmen der Denkmodelle ist dies auch nicht erforderlich, da das Äquivalent zum Team (also zur Gruppe) verwendet wurde und von besonderer Relevanz ist und war. Nichtsdestotrotz wurde Führung breiter betrachtet. Dennoch sei nochmals verdeutlicht, dass Landoperationen in engem Zusammenhang und in Wechselwirkung mit der operativen Ebene stehen. Ferner wurden die verschiedenen Ausprägungen von Befehlen nicht dekliniert, da das Ziel dieser Arbeit nicht war, militärische Schemata auf zivile Projekte zu übertragen, sondern vielmehr von den grundlegenden Mechanismen der Führung militärischer Operationen zu profitieren.
Wenn man diese Sachverhalte nun in die Industrie projiziert beziehungsweise projizieren möchte, müssen Militärs wiederrum Acht geben, dass über die Führungs- und Managementebenen hinweg von gleichen Inhalten gesprochen wird. Dies hängt zum Beispiel damit zusammen, dass eine taktische Ebene in der Regel nicht explizit als solche bezeichnet/betrachtet wird. Wenn diese dennoch existiert, ist es manchmal gar so, dass diese zwi-

schen operativer und strategischer Ebene verortet wird. Zwar hat der Autor eine Vermutung über die zugrundeliegende Kausalität, jedoch ist diese im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht von Relevanz. Es ist jedoch offensichtlich, dass ein fundiertes Verständnis erforderlich ist, um militärische Operationen und Projekte adäquat vergleichen zu können. Diese Herausforderung darf keinesfalls unterschätzt werden.

Die Ausarbeitungen zu Unterschieden der militärischen Prozesse müssen ferner mit ähnlicher Umsicht betrachtet werden. Dies ist zum Beispiel auf Übersetzungsunschärfen zurückzuführen. Nichtsdestotrotz sind die Intentionen und Assoziationen unterschiedlicher militärischer Führungs- und Planungsprozesse aufgrund von Grundlogiken ineinander überführbar, sofern die jeweiligen Randbedingungen und Charakteristika berücksichtigt werden. Dies darf im Umkehrschluss jedoch nicht dazu führen, dass lediglich 'Überschriften' von Teilprozessen Betrachtung finden dürfen, da der Inhalt der jeweiligen Teilprozessen immanent wichtig ist. Ein mittlerweile ersetztes und überarbeitetes Dokument ist genau an diesem Punkt beziehungsweise Vergleich gescheitert (vgl. NSO, 2018, S. 77).

Abschließend bleibt zu erwähnen, dass auch diese Arbeit nicht den Anspruch erheben kann, jede einzelne Perspektive vollumfänglich berücksichtigt zu haben, auch wenn dies natürlich der Anspruch war. Wie bereits ausgeführt, wurden insbesondere Elemente des deutschen Führungssystems innerhalb der Dimension Land näher betrachtet, weshalb andere Elemente vernachlässigt und andere Systeme im Umfeld unberücksichtigt blieben. In Kapitel 3 wurden daher ausschließlich die wesentlichen Inhalte skizziert, obwohl Militärs durchaus auf eine Vielzahl von Vorschriften zurückgreifen könnten, um ergänzende Aspekte zu erläutern und zu präzisieren.

A.10 Vereinfachtes Befehlsschema



Dissertationsbeispiel – Vereinfachung
(Die Reihenfolge der Hauptziffern ist einzuhalten)

Befehl

1. **Lage**
   - Situation und Verhalten feindlicher Kräfte
   - Situation eigener Kräfte, Absicht der übergeordneten Führung
   - Situation ziviler Kräfte, Verhalten der Bevölkerung
2. **Auftrag**
   - Präzise Darlegung des eigenen Auftrags
3. **Durchführung**
   - Eigene Absicht (Ziffer 3a.)
   - Einzelaufträge (Ziffer 3b.)
   - Zusammenarbeit und Koordination zu anderen Kräften
4. **Einsatzunterstützung**
   - Materialerhaltung
   - Materialbewirtschaftung
   - Sanitätsdienstliche Versorgung
5. **Führungsunterstützung**
   - Kommunikationsverbindungen und Meldewesen

Abbildung A.14
Vereinfachte Darstellung eines Befehlsschemas; Anlagen sind nicht dargestellt; Anlagen können zum Beispiel Operationspläne, Skizzen oder Verschleierungstafeln sein.

A.11 Schematische Darstellung eines Ziel-Wirkungs-Kaskade

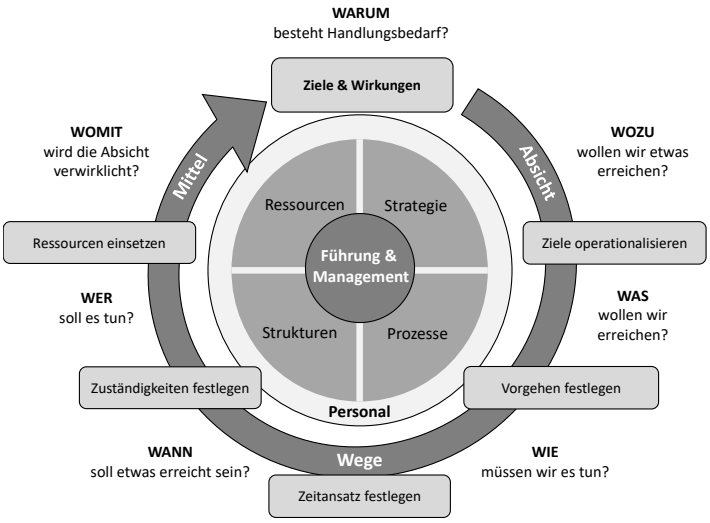


Abbildung A.15
Vereinfachte Darstellung einer Ziel-Wirkungs-Kaskade; Die Kaskade steht in Wechselwirkung mit der Umwelt (nicht visualisiert). Das Weglassen oder die Adressierung weiterer Elemente sind situations- und kontextabhängig.