Auswirkungen organisationaler Agilität auf die Teamarbeit und den Projekterfolg in der Technologieentwicklung

Effects of Organizational Agility on Teamwork and Project Success in Technology Development

Von der Fakultät für Maschinenwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Niklas Steireif

Berichter/in: apl. Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch

Tag der mündlichen Prüfung: 22. März 2024

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Universitätsbibliothek online verfügbar.

Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit dem großen Bedarf an technologischen Innovationen wird in der Förderung von organisationaler Agilität ein vielversprechender Ansatz gesehen, die Innovationsfähigkeit deutscher Unternehmen zu erhöhen. Das Konzept der organisationalen Agilität stützt sich dabei nicht mehr nur auf die Anwendung einzelner agiler Projektmanagementmethoden, sondern postuliert einen Gestaltungsansatz, der alle organisationalen Ebenen betrifft. Insgesamt ist allerdings ein Mangel an empirischen Belegen für die Wirksamkeit von Agilitätsansätzen festzustellen. Da die betriebliche Technologieentwicklung in der Regel im Rahmen von teambasierter Projektarbeit stattfindet, werden in der vorliegenden Dissertation die Auswirkungen organisationaler Agilität auf die Qualität der Teamarbeit und den Projekterfolg in der Technologieentwicklung untersucht.

Der Forschungsprozess der vorliegenden Arbeit gliedert sich entlang von fünf aufeinander aufbauenden Forschungsfragen, die in Studien untersucht und beantwortet werden. Im Rahmen einer systematischen Literaturanalyse werden generelle Charakteristika von organisationaler Agilität identifiziert und die Mehrdimensionalität des Konstrukts begründet. Auf der Grundlage einer weiteren systematischen Recherche erfolgt die Analyse bereits publizierter modellbasierter Agilitätsuntersuchungen, die im Ergebnis das Forschungsdefizit untermauert.

Mit Hilfe einer Interviewstudie werden Faktoren identifiziert, die aus Sicht von Domänenexpert*innen (n = 28) organisationale Agilität bestimmen. Dabei werden die vier organisationalen Dimensionen Individuum, Teamstruktur, Teamprozess und Unternehmen differenziert betrachtet. Die Ergebnisse bilden die Basis für die Operationalisierung der Untersuchungsgrößen und die Konzeption des hypothetischen Teammodells zur Erklärung der Auswirkungen organisationaler Agilität auf die Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg in der Technologieentwicklung. Für die Evaluation werden Daten einer schriftlichen Befragung von Technologieentwickler*innen (n = 332) herangezogen. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigen, dass alle strukturellen Agilitätskonstrukte (Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen, Agilität der Teamstruktur und Individualagilität) einen signifikanten Einfluss auf die abhängigen Größen besitzen. Für das prozessuale Agilitätskonstrukt (Qualität der agilen methodischen Unterstützung) kann hingegen kein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden. Praktische Gestaltungsempfehlungen für die Förderung von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung runden die Arbeit ab.

Summary

In the context of the high demand for new technological innovations, the promotion of organizational agility is seen as a promising approach to increase the innovation capability of German companies. The concept of organizational agility is no longer based only on the application of single project management methods, but postulates a design approach that affects all organizational levels. However, there is an overall lack of empirical evidence for the effectiveness of agile approaches. As corporate technology development usually takes place in form of team-based project work, in this dissertation the effects of organizational agility on the quality of teamwork and project success in technology development are examined.

The research process of this thesis is structured along five consecutive research questions, which are examined and answered in different studies. In a systematic literature analysis general characteristics of organizational agility are identified and the multidimensionality of the construct is demonstrated. On the basis of a further systematic literature research, an analysis of already published model-based agility studies is conducted, which as a result substantiates the research deficit.

With the help of an interview study, factors are identified that determine organizational agility from the perspective of domain experts (n = 28). Therefore, four organizational dimensions (individual, team structure, team process and enterprise) are considered in differentiated manner. The results form the basis for the operationalization of the investigation variables and the design of the hypothetical team model to explain the effects of organizational agility on team collaboration and project success in technology development. Data from a survey of technology developers (n = 332) is used to evaluate the research model. The results of the statistical analysis show that all structural agility constructs (Agility of the Organizational Context, Agility of the Team Structure, Individual Agility) have a significant effect on the dependent variables. In contrast, for the procedural agility construct (Quality of the Agile Method Support) no significant effect on the dependent variables can be found. Practical design recommendations for the promotion of organizational agility in technology development complete the work.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Arbeitsorganisation am Institut für Arbeitswissenschaft der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen. Ich möchte mich bei allen Personen herzlich bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner, die maßgeblich mit ihrer äußerst engagierten Betreuung zum Gelingen dieses Promotionsvorhabens beitrug. Sie stand mir in allen Phasen des Forschungsprozesses unterstützend zur Seite und räumte zugleich die nötigen Freiräume für die Realisierung des eigenen Forschungsinteresses ein.

Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch möchte ich herzlich für die Übernahme des Koreferats und die wertvollen fachlichen sowie methodischen Hinweise im Zuge der Erstellung meiner Forschungsarbeit danken. Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schmitt danke ich für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes und Frau Prof. Dr. phil. Ingrid Isenhardt für die Übernahme des Prüfungsbeisitzes.

Meine Institutszeit wurde durch eine Vielzahl von Kolleginnen und Kollegen, studentischen Mitarbeitenden sowie Projektpartnern maßgeblich geprägt. Die konstruktiven Diskussionen sowie die stets positive und unterstützende Arbeitsatmosphäre am Institut haben wesentlich zum Vorankommen im Forschungsprozess beigetragen. Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle insbesondere bei allen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung Arbeitsorganisation. Weiterhin möchte ich mich bei allen studentischen Mitarbeitenden für die Unterstützung bedanken. Hervorheben möchte ich an dieser Stelle Florian Weiland, Maximilian Schnitzler, Frances Scholz, Selina Fußwinkel, Josephine Imorde und Maximilian Kehder. Ebenfalls gilt mein Dank den Projektpartnern des Verbundprojekts DC-Sozio-Ökonomik (Förderkennzeichen 03SF0592) sowie den Industriepartnern des übergeordneten Forschungscampus Flexible Elektrische Netze, die für die Teilnahme an der Interviewstudie zur Verfügung standen.

Mein größter Dank gilt meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, meiner Schwester sowie meiner Partnerin. Ohne ihre moralische Unterstützung in jeder Phase des Dissertationsprozesses wäre ein Gelingen nicht möglich gewesen.

Veröffentlichte Teilergebnisse

Steireif, N., Schirmer, M., Schnitzler, M., & Mütze-Niewöhner, S. (2020). Towards an extended team model for agile development of complex products. In *2020 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 280-284, IEEE. https://doi.org/10.1109/IEEM45057.2020.9309811

Mütze-Niewöhner, S., Mayer, C., Harlacher, M., Steireif, N. & Nitsch, V. (2022). Work 4.0: Human-Centered Work Design in the Digital Age. In Frenz, W. (Hrsg.), Handbook Industry 4.0 (Band 23, S. 985–1019). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64448-5_52

Steireif, N., Nitsch, V. & Mütze-Niewöhner, S. (2023). Design Factors for Organizational Agility in Power Technology Development: An Interview Study in Germany. *International Journal of Innovation and Technology Management (IJITM)*, *18*(4), 1–33. https://doi.org/10.1142/S0219877023500220

Steireif, N., Kranz, M., Langhanki, J., Imorde, J., Maetschke, J., & Mütze-Niewöhner, S. (2023). Potenzialanalyse von KI-Anwendungen in der Produktion: Partizipative und kriteriengestützte Technologiebewertung zur Unterstützung der Anwendungsentscheidung. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, *118*(4), 258-264. https://doi.org/10.1515/zwf-2023-1052

Steireif, N., Nitsch, V. & Mütze-Niewöhner, S. (2023). Gestaltung von agilen Organisations- und Teamstrukturen: Ergebnisse einer Interviewstudie mit Entwickler*innen von Energietechnologien. In *Nachhaltig Arbeiten und Lernen - Analyse und Gestaltung lernförderlicher und nachhaltiger Arbeitssysteme und Arbeits- und Lernprozesse: Bericht zum 69. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft* (S. 1–2). GfA-Press.

I Inhaltsverzeichnis

I Inhaltsverzeichnis ... i

1 Einleitung ... 1

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung ... 1

1.2 Zielsetzung der Arbeit und Forschungskonzeption ... 3

1.3 Aufbau der Arbeit ... 5

2 Grundlagen und Begriffsbestimmungen ... 8

2.1 Technologieentwicklung ... 8

2.1.1 Grundverständnis von Forschung und Entwicklung ... 8

2.1.2 Technologiebegriff ... 10

2.1.3 Technologieentwicklung und Technologieentwicklungsprozess ... 11

2.1.4 Technologieentwicklungsprojekt ... 12

2.1.5 Herausforderungen in der Technologieentwicklung ... 13

2.2 Organisationale Agilität ... 14

2.2.1 Definitionen und Konzepte von „Agilität“ ... 15

2.2.2 Charakteristika von organisationaler Agilität ... 19

2.3 Gruppen- und Teamarbeit ... 24

2.3.1 Begriffsbestimmung und Abgrenzung ... 24

2.3.2 Bestehende Modellansätze in der Gruppen- und Teamforschung ... 26

2.4 Zwischenfazit ... 30

3 Systematische Literaturanalyse von Modellen zu organisationaler Agilität ... 33

3.1 Modellverständnis und -begriff ... 33

3.2 Kriterien zur Systematisierung bestehender Modelle ... 34

3.3 Forschungsmethode ... 35

3.4 Ergebnisdarstellung ... 37

3.4.1 Modell von Sharifi und Zhang (1999) ... 37

3.4.2 Modell von Crocitto und Youssef (2003) ... 38

3.4.3 Modell von Vazquez-Bustelo, Avella und Fernandez (2007) ... 39

3.4.4 Modell von Chow und Cao (2008) ... 41

3.4.5 Modell von Melo, Cruzes, Kon und Conradi (2012) ... 42

3.4.6 Modell von Nijssen und Paauwe (2012) 43
3.4.7 Modell von Sherehiy und Karwowski (2014) 44
3.4.8 Modell von Liu, Liu, Ding und Lin (2015) 45
3.4.9 Modell von Ahimbisibwe, Cavana und Daellenbach (2015) 47
3.4.10 Modell von Strode, Dingsøyr und Lindsjorn (2022) 48
3.5 Diskussion und Zwischenfazit 49
4 Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung 53
4.1 Forschungsmethode 53
4.1.1 Aufbau des Interviewleitfadens und Datenerhebung 55
4.1.2 Stichprobenbeschreibung 56
4.1.3 Auswertung mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse 59
4.2 Ergebnisdarstellung 60
4.2.1 Ziele in der Technologieentwicklung 60
4.2.2 Herausforderungen in der Technologieentwicklung 61
4.2.3 Zielgrößen von Agilität in der Technologieentwicklung 62
4.2.4 Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung 63
4.3 Diskussion und Zwischenfazit 69
5 Konzeption eines Teammodells für die Technologieentwicklung 72
5.1 Forschungsmethode 72
5.2 Festlegung der übergeordneten Modellstruktur 75
5.3 Definition der Untersuchungsgrößen 77
5.4 Ableitung und Formulierung von Hypothesen 80
5.4.1 Hypothesen zur Qualität der Teamzusammenarbeit 80
5.4.2 Hypothesen zur Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen 82
5.4.3 Hypothesen zur Agilität der Teamstruktur 83
5.4.4 Hypothesen zur Individualagilität 86
5.4.5 Hypothesen zur Qualität der agilen methodischen Unterstützung 87
5.4.6 Hypothesen zur Komplexität des Projekts 89
5.4.7 Kontrollvariablen und Zusammenfassung der Hypothesen 91
5.5 Spezifikation der Messmodelle für die latenten Konstrukte 92
5.5.1 Skalen zu organisationaler Agilität 93
5.5.2 Operationalisierung der Konstrukte für diese Arbeit 97

6 Empirische Evaluation des Teammodells ... 107
6.1 Fragebogenkonstruktion und Datenerhebung ... 107
6.1.1 Aufbau des Fragebogens ... 107
6.1.2 Pretest des Fragebogens ... 109
6.1.3 Datenerhebung ... 110
6.1.4 Datenbereinigung ... 111
6.2 Beschreibung der Stichprobe ... 112
6.2.1 Beschreibung der sozio-demographischen Daten ... 113
6.2.2 Beschreibung des Technologieentwicklungsprojekts ... 115
6.3 Empirische Untersuchung des Modells ... 117
6.3.1 Evaluation der reflektiven Messmodelle ... 119
6.3.2 Evaluation der formativen Messmodelle ... 123
6.3.3 Evaluation des Strukturmodells ... 128
6.3.4 Evaluation der Hypothesen des Strukturmodells ... 133
6.3.5 Dokumentation der totalen Effekte im Strukturmodell ... 137
6.3.6 Evaluation des Einflusses der Kontrollvariablen ... 138
6.3.7 Diskussion und Einordnung der Studienergebnisse ... 141
6.3.8 Inhaltliche und methodische Limitationen der Studie ... 146
6.4 Zwischenfazit ... 151
7 Gestaltungsempfehlungen zur Förderung von OA ... 153
7.1 Gestaltungsempfehlungen auf Ebene des Strukturmodells ... 153
7.2 Gestaltungsempfehlungen auf Ebene des Messmodells ... 155
7.2.1 Einflussfaktoren der „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ ... 156
7.2.2 Einflussfaktoren der „Agilität der Teamstruktur“ ... 158
7.2.3 Einflussfaktoren der „Individualagilität“ ... 161
7.2.4 Einflussfaktoren der „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ ... 164
7.2.5 Einflussfaktoren der „Komplexität des Projekts“ ... 167
7.3 Zwischenfazit ... 169
8 Zusammenfassung und Ausblick ... 171
8.1 Forschungsprozess und Forschungsfragen ... 171
8.2 Weiterführende Forschung ... 174

II Literaturverzeichnis 177

III Formelzeichen und Abkürzungen 197

IV Abbildungsverzeichnis 199

V Tabellenverzeichnis 202

VI Anhang 204

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die voranschreitende Digitalisierung von Geschäfts- und Produktionsprozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette sowie die angestrebte Transformation des Energiesystems hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung haben den Bedarf nach technologischen Innovationen in den letzten Jahren weltweit befördert (vgl. Arcia-Garibaldi et al., 2018, S. 285 ff.; Mockenhaupt, 2021, S. 1 ff.; Sinsel et al., 2020, S. 2272; Wittpahl, 2019, S. 21 ff.). Die intensivierten Bemühungen spiegeln sich unter anderem in den in Deutschland getätigten betrieblichen Innovationsausgaben wider, die seit 2012 ein sukzessives Wachstum verzeichnen (siehe Abbildung 1).

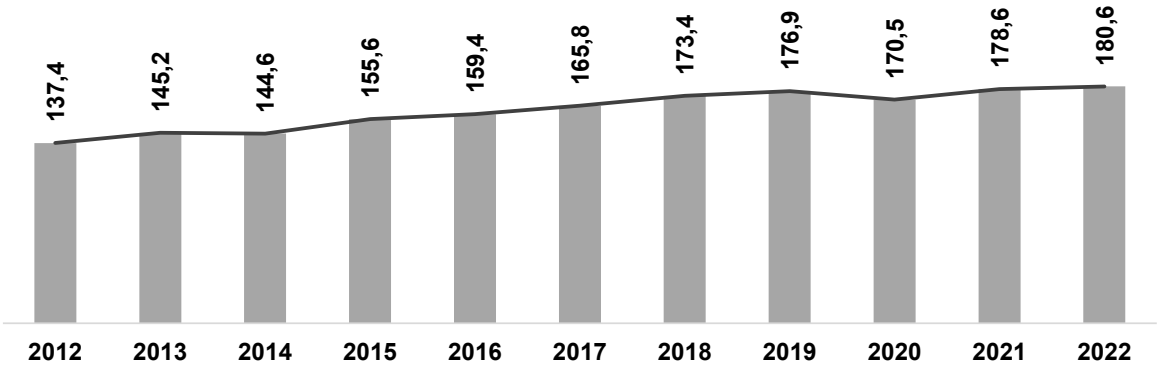


Abbildung 1: Branchenübergreifende Innovationsausgaben in Deutschland (in Milliarden Euro) (vgl. BMBF Datenportal [Tabelle 1.8.8], 2022).

Trotz steigender Innovationsausgaben weist der vom Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) und Roland Berger herausgegebene Innovationsindikator 2023 der Innovationsfähigkeit Deutschlands im internationalen Vergleich lediglich einen Mittelfeldplatz zu (Frietsch et al., 2023). Ursachen für die mangelnde Innovationsfähigkeit werden u. a. in einer unzureichenden Dynamik und Flexibilität des deutschen Innovationssystems, insbesondere der finanziellen und personellen Strukturen gesehen (vgl. Frietsch et al., 2023).

Aus betrieblicher Sicht führen die immer kürzeren Technologielebenszyklen, die steigende Veränderlichkeit der Märkte und der globale Wettbewerbsdruck dazu, dass Technologieunternehmen bei der Entwicklung innovativer Technologien komplexe Herausforderungen zu bewältigen haben (vgl. Ardito et al., 2015, S. 113 ff.; Kishna et al., 2017, S. 1; Magistretti et al., 2020, S. 1): Anwendungskontexte sind häufig noch nicht präzise umrissen und die Anforderungen damit instabil, dynamisch bis hin zu volatil (vgl. Alkemade & Suurs, 2012, S. 448; Magistretti et al., 2020). Zudem lässt sich das Potenzial einer neuen Technologie zu Entwicklungsbeginn häufig nur annähernd abschätzen (vgl. Steireif, Kranz et al., 2023, S. 258). Forschungs- und Entwicklungsprozesse sind mit zahlreichen Unsicherheiten behaftet, die sowohl das Entwicklungsergebnis als auch die spätere Nutzung und Verbreitung betreffen (vgl. Ortt & Kamp, 2022; Palm, 2022).

Zur Bewältigung dieser komplexen Herausforderungen in der betrieblichen Technologieentwicklung werden – ebenso wie auf der gesamtwirtschaftlichen (nationalen) Ebene – Kompetenzen wie Innovationsfähigkeit, Flexibilität, Anpassungsfähigkeit sowie die Fähigkeit zum Umgang mit veränderlichen und unsicheren Anforderungen gefordert (vgl. Evans & Bahrami, 2020, S. 207 ff.; Felin & Powell, 2016, S. 78 ff.). Entsprechende Forderungen haben dazu geführt, dass das Konzept der Agilität während der letzten beiden Dekaden eine immense Beachtung erfahren hat und nach wie vor – insbesondere von der Beratungsbranche – als Lösungsansatz propagiert wird. Dabei geht es heute nicht mehr nur um die Anwendung einzelner agiler Projektmanagementmethoden, wie Scrum, sondern zunehmend – im Sinne eines „scale up“ – um die Gestaltung agiler Unternehmen (vgl. Sutherland, 2022).

Mittlerweile postulieren auch Forschergruppen aus unterschiedlichen Disziplinen, dass organisationale Agilität einen Beitrag zur Adressierung der oben angeführten organisatorischen Voraussetzungen leisten kann (vgl. Atkinson et al., 2022, S. 297ff.; Hoonsopon & Puriwat, 2021, S. 1722 ff.; Russo, 2021, S. 1 ff.; Sherehiy & Karwowski, 2014, S. 466 ff.). Insgesamt existieren bislang jedoch nur wenige empirische Forschungsarbeiten zum Konstrukt der organisationalen Agilität. Sherehiy et al. (2007, S. 451) konstatieren beispielsweise:

> “Most agility related publication is focused on the theoretical descriptions of agility and agility frameworks. Few of the developed frameworks and metrics were investigated in empirical research.”

Unklar ist bislang auch, wie organisationale Agilität im Kontext von Technologieentwicklung beschrieben, erhoben und gefördert werden kann. Eine Analyse einschlägiger Beschreibungsansätze von organisationaler Agilität legt nahe, dass neben der Betrachtung der Unternehmens- und Individualebene insbesondere die Teamebene betrachtet werden sollte (vgl. Steireif et al., 2020, S. 281).

Die Untersuchung der Eignung bestimmter teamorganisatorischer Konfigurationen zur Verbesserung der Teamperformance ist Gegenstand der Gruppen- und Teamforschung. Als wichtige Disziplin der Arbeitsforschung erfährt diese seit Ende der 1990er Jahre einen kontinuierlichen Zuwachs an themenspezifischen Publikationen (siehe u. a. Jong et al., 2016, S. 1135; Mathieu et al., 2017, S. 453). Immer mehr Forschende heben dabei die Bedeutung und das Potenzial der Gestaltung produktiver Teamarbeit sowohl für den wirtschaftlichen Erfolg von Unternehmen als auch für die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen hervor (siehe z. B. Hall et al., 2018, S. 533; Mathieu et al., 2019, S. 17f.; Salas et al., 2018, S. 593). Dieser Bedeutung Rechnung tragend werden kontextspezifisch die Wirkmechanismen in der Teamarbeit analysiert und darauf aufbauend geeignete Gestaltungsmaßnahmen zur Steigerung der Teameffektivität festgelegt (vgl. Mathieu et al., 2017, S. 455 f.). Die zunehmend dynamischen Kontextbedingungen unterstreichen aus Sicht der Forschung die Forderung nach neuen, agileren Formen der Arbeits- und Projektorganisation (vgl. Picciotto, 2020, S. 1 ff.). Gleichzeitig wird in der Gruppen- und Teamforschung allerdings auch der Bedarf gesehen, den Einfluss neuer organisatorischer Konzepte auf die Teamarbeit empirisch zu evaluieren (vgl. Mathieu et al., 2019, S. 21).

Bislang konnte in der einschlägigen Literatur kein empirisch untersuchtes Modell zur Gestaltung effektiver Teamarbeit identifiziert werden, das die spezifischen Rahmenbedingungen der Technologieentwicklung berücksichtigt. Hinzu kommt, dass das Konzept der organisationalen Agilität im Kontext der Technologieentwicklung bislang nicht hinreichend operationalisiert wurde und empirische Zusammenhänge mit der Teamzusammenarbeit oder dem Projekterfolg nicht untersucht wurden. Es fehlen somit fundierte Erkenntnisse, auf deren Grundlage Gestaltungsempfehlungen für die Förderung von organisationaler Agilität zugunsten einer verbesserten Performance von Technologieentwicklungsteams abgeleitet werden können.

1.2 Zielsetzung der Arbeit und Forschungskonzeption

Kooperative Arbeit stellt einen sowohl aus unternehmerischer als auch arbeitswissenschaftlicher Sicht bedeutsamen Forschungs- und Gestaltungsgegenstand dar. Mit der vorliegenden Arbeit soll die zuvor skizzierte Forschungslücke in der arbeitsbezogenen Gruppen- und Teamforschung für den Anwendungskontext der Technologieentwicklung geschlossen werden. Gleichzeitig soll ein Beitrag dazu geleistet werden, das Konzept der organisationalen Agilität[1] (OA) zu operationalisieren, zu evaluieren und damit auch gestaltbar zu machen.

Auf dem Weg zur Erreichung dieser übergeordneten Zielsetzung sind verschiedene Teilziele zu erfüllen. So gilt es zunächst, den postulierten Forschungsbedarf mit Hilfe einer systematischen Literaturrecherche zu untermauern. Wie im weiteren Verlauf der Arbeit dargelegt werden wird, finden sich in der einschlägigen Literatur verschiedene definitorische Auslegungen von organisationaler Agilität. Die Definitionsansätze variieren sowohl hinsichtlich des Anwendungskontexts als auch hinsichtlich der für die Operationalisierung genutzten Bezugsebenen (Individuum, Team, Unternehmen). In dieser Arbeit soll ein Agilitätsverständnis unter Berücksichtigung aller drei organisationalen Ebenen entwickelt werden. Anschließend sollen die Auswirkungen von organisationaler Agilität auf die Qualität der Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg in der Technologieentwicklung untersucht werden, um darauf aufbauend Gestaltungsempfehlungen für die betriebliche Technologieentwicklungspraxis ableiten zu können. Als Ergebnis soll ein integratives, empirisch evaluiertes Teammodell für die Technologieentwicklung entstehen, welches die Gestaltungsdimensionen organisationaler Agilität in Beziehung zu den abhängigen Prozess- und Outputgrößen von Teamarbeit setzt und so einen differenzierteren Erkenntnisgewinn ermöglicht.

---

[1] Der Begriff „organizational agility“ wird vor allem in der englischsprachigen Literatur verwendet. Der englische Begriff „organizational“ kann im Deutschen sowohl mit „organisational“ als auch mit „organisatorisch“ übersetzt werden. Wenn in der vorliegenden Arbeit das Adjektiv „organisational“ verwendet wird, sind alle Ebenen eines Unternehmens bzw. einer Organisation gemeint (Business Englisch). Das Adjektiv „organisatorisch“ beschreibt demgegenüber die Anordnung oder Kombination von Elementen mit dem Ziel eines beabsichtigten Zusammenwirkens dieser Elemente [https://dictionary.cambridge.org/de/worterbuch/englisch/organizational]. Auf den Agilitätsbegriff wird an späterer Stelle noch ausführlich eingegangen.

Zur initialen Eingrenzung des Betrachtungsbereichs und zur Strukturierung des Forschungsprozesses empfiehlt es sich, handlungsleitende Forschungsfragen zu formulieren. Die erste Forschungsfrage zielt darauf ab, literaturbasiert Charakteristika von organisationaler Agilität zusammenzutragen.

Forschungsfrage F1: Welche Charakteristika beschreiben organisationale Agilität?

Aus der Beantwortung der ersten Forschungsfrage können im Hinblick auf die spätere Operation erste Erkenntnisse bezüglich der Mehrdimensionalität von organisationaler Agilität gewonnen werden. Die zweite Forschungsfrage hat zum Ziel, existierende Erklärungsmodelle, die organisationale Agilität zum Gegenstand haben, systematisch zu analysieren.

Forschungsfrage F2: Welche Erkenntnisse können aus existierenden modellbasierten Untersuchungen zu organisationaler Agilität gewonnen werden?

Die Beantwortung der zweiten Forschungsfrage dient wesentlich dazu, aus dem aktuellen Forschungsstand das Forschungsdefizit für diese Arbeit aufzuzeigen. Hier wird deutlich, dass kein Modell existiert, das die betrachteten Größen modellbasiert in Beziehung setzt. Für den Kontext der Technologieentwicklung lässt sich die dritte Forschungsfrage definieren:

Forschungsfrage F3: Welche Faktoren bestimmen organisationale Agilität im Kontext der Technologieentwicklung?

Die herausgearbeiteten Faktoren dienen zur Vorbereitung der anschließenden Operationalisierung. Die vierte Forschungsfrage hat die Entwicklung und Evaluierung des integrativen Teammodells zum Gegenstand.

Forschungsfrage F4: Welche Wirkzusammenhänge bestehen zwischen den Konstrukten zur Messung von organisationaler Agilität und der Teamzusammenarbeit bzw. dem Projekterfolg in Technologieentwicklungsprojekten?

Auf Basis dieser Ergebnisse gilt es anschließend, mit der Beantwortung der fünften und letzten Forschungsfrage die Ableitung praxisrelevanter Erkenntnisse sicherzustellen.

Forschungsfrage F5: Welche praktischen Gestaltungsempfehlungen können für die Förderung von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung abgeleitet werden?

Diese Forschungsfragen bestimmen maßgeblich das forschungsanalytische Vorgehen in dieser Arbeit. Sie bilden dabei nicht nur das Vorverständnis des Forschenden ab, sondern bereiten ebenfalls durch ihren verständniserweiternden Charakter die Gewinnung von neuem Wissen vor. Diese Herangehensweise wird nach Kubicek (1976, S. 14 f.) als iterative Heuristik bezeichnet. Auf Grundlage seiner Ausführungen kann ein heuristischer Bezugsrahmen für die vorliegende Arbeit festgelegt werden (siehe Abbildung 2). Die formale Darstellung erfolgt dabei in Anlehnung an die Vorschläge von Kubicek (1976, S. 18 f.). Kästen werden genutzt, um zum einen die übergeordneten Analyseeinheiten bzw. Kategorien und zum anderen die für die Gewinnung von Wissen konkret zu betrachteten Dimensionen der entsprechenden Analyseeinheiten darzustellen. Die verwendeten Pfeile zeigen Verbundenheitsannahmen zwischen den

Dimensionen sowie Analyseeinheiten auf. Zudem können die zuvor aufgeworfenen Forschungsfragen im heuristischen Bezugsrahmen verortet werden.

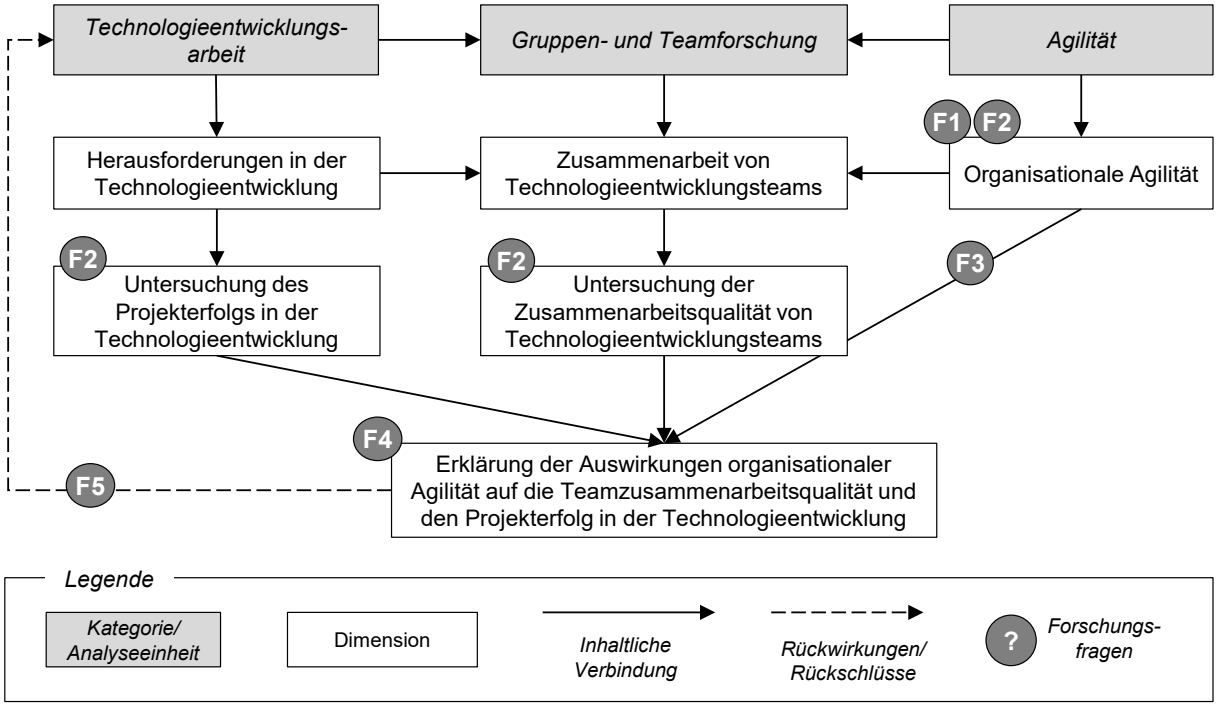


Abbildung 2: Heuristischer Bezugsrahmen und Einordnung der Forschungsfragen dieser Arbeit.

1.3 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der vorliegenden Arbeit orientiert sich am fünfstufigen Forschungsprozess (siehe Abbildung 3) nach Riesenhuber (2009, S. 1 ff.). Die zuvor formulierten und aufeinander aufbauenden Forschungsfragen dieser Arbeit sollen durch eine Kombination aus qualitativer und quantitativer Forschung beantwortet werden. Diese konsekutive Forschungs- bzw. Studienkombination kennzeichnet auch den fünfstufigen Prozess nach Riesenhuber, der u. a. zur Bildung von Theorien genutzt werden kann. Die verschiedenen Studien in dieser Arbeit lassen sich entsprechend ihrer methodischen Ausgestaltung entlang des Forschungsfortschrittes den einzelnen Stufen nach Riesenhuber zuordnen.

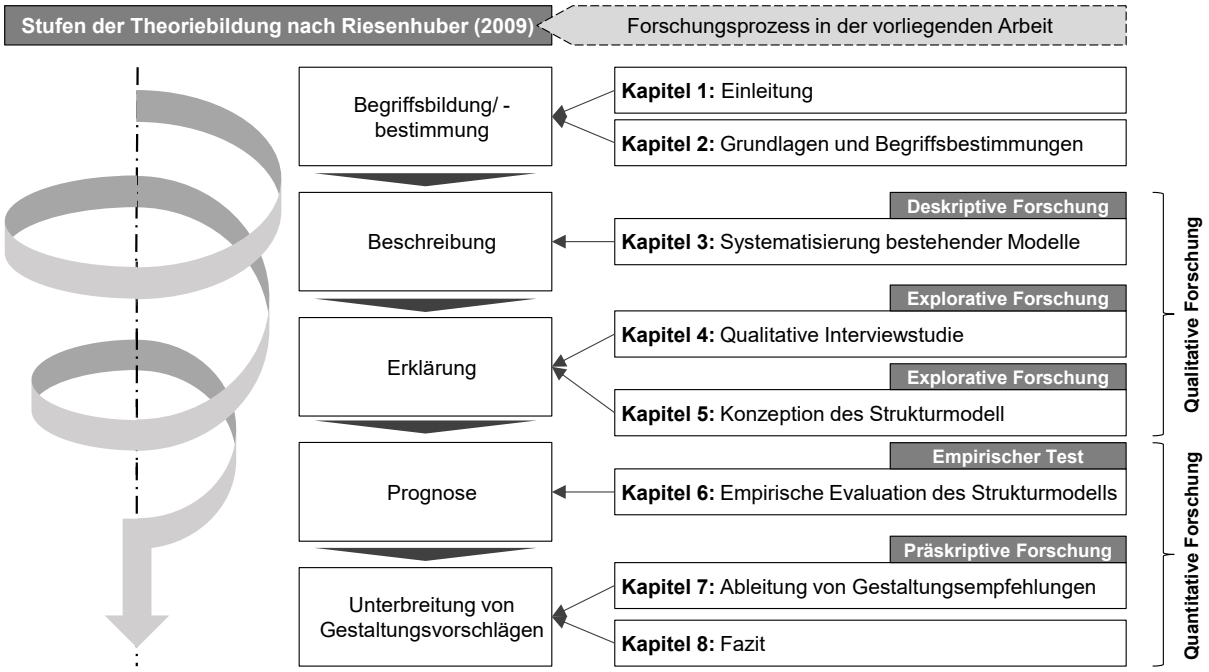


Abbildung 3: Stufen der Theoriebildung i.A.a. Riesenhuber (2009, S. 6), erweitert um den Forschungsprozess in dieser Arbeit.

Die erste Forschungsstufe nach Riesenhuber (2009) beschreibt die **Begriffsbildung und -bestimmung**, im Rahmen derer die relevanten Begriffe des Untersuchungsfelds definiert werden. Dieser Stufe werden in der vorliegenden Arbeit die Einleitung (Kapitel 1) und das Grundlagen- und Definitionskapitel (Kapitel 2) zugeordnet. In der Einleitung erfolgt zunächst die wissenschaftstheoretische Einordnung des Forschungshabens. Anschließend widmet sich Kapitel 2 den drei relevanten Themenbereichen dieser Arbeit. In einem ersten Teil werden die einschlägigen Begriffe der Technologieentwicklung erläutert. Anschließend erfolgt eine erste Literaturrecherche und -systematisierung zum Begriff der organisationalen Agilität inklusive relevanter Charakteristika (**Forschungsfrage F1**). Ein letzter Teil befasst sich mit einschlägigen Ansätzen der Gruppen- und Teamforschung.

Die zweite Stufe des Forschungsprozesses beinhaltet die **Beschreibung** der Ausprägungen des in der Forschungsarbeit betrachteten Themas. Hierbei kommen deskriptive Forschungsmethoden zur Anwendung. In der vorliegenden Arbeit lässt sich Kapitel 3 dieser Stufe zuordnen. In diesem Kapitel werden bestehende Untersuchungsmodelle zu organisationaler Agilität mittels systematischer Literaturrecherche und -analyse identifiziert und analysiert. Die identifizierten Modelle bilden den aktuellen Forschungsstand in dem in dieser Arbeit betrachteten Forschungsfeld ab. Die systematische Literaturanalyse dient der Beantwortung der **Forschungsfrage F2**. Aus einer kriterienbasierten Evaluation der Modelle resultiert zum Abschluss der zweiten Stufe der Theoriebildung das inhaltliche und methodische Forschungsdefizit.

Die dritte Stufe des Forschungsprozesses befasst sich mit der **Erklärung** analysierter Zusammenhänge im Untersuchungskontext. Sie hat zum Ziel, unter Zuhilfenahme von explorativen Forschungsmethoden Ursachen zu ergründen, die das Zustandekommen bestimmter Ausprägungen des in der Forschungsarbeit betrachteten Themas erklären. In der vorliegenden Arbeit

erfolgt hierzu ein zweigeteiltes Vorgehen. Im Rahmen einer explorativen Studie wird zunächst das latente Konstrukt der organisationalen Agilität in der Technologieentwicklung erschlossen (**Forschungsfrage F3**). Dazu wird in Kapitel 4 eine qualitative Interviewstudie mit Technologieentwickler*Innen durchgeführt. Anschließend erfolgt auf Basis der Interviewergebnisse die Konzeption eines theoretischen Strukturmodells (Kapitel 5). Dieses Strukturmodell erfüllt dabei die Funktion eines Erklärungsmodells, welches Zusammenhänge zwischen den (Ausprägungen der) Untersuchungsgrößen als zu untersuchende Hypothesen formuliert.

Auf Basis der in der dritten Stufe aufgestellten Erklärungen umfasst die vierte Stufe des Forschungsprozesses das Testen der Hypothesen und die Ableitung von **Prognosen.** Unter Anwendung empirischer Testverfahren werden hierbei aufgestellte Theorien und Hypothesen entweder bestätigt oder verworfen (vgl. Riesenhuber, 2009). In Anlehnung an dieses wissenschaftstheoretische Vorgehen beinhaltet Kapitel 6 die Durchführung einer quantitativen Fragebogenstudie sowie die empirische Evaluation des zuvor entwickelten Strukturmodells und der darin formulierten Hypothesen. Die empirische Evaluation erfolgt mit der Methode der varianzbasierten Strukturgleichungsmodellierung. Die Ergebnisse des empirischen Tests tragen zur Beantwortung der **Forschungsfrage F4** bei.

Den Abschluss bildet die fünfte Stufe des Forschungsprozesses mit der **Unterbreitung von Gestaltungsempfehlungen** in Kapitel 7. Hierbei werden aus den bestätigten Wirkzusammenhängen umsetzbare praktische Gestaltungsempfehlungen abgeleitet (**Forschungsfrage F5**). Die Formulierung von Empfehlungen wird der präskriptiven Forschung zugeordnet. Die Arbeit schließt mit der Zusammenfassung, einer kritischen Diskussion des Vorgehens und der Ergebnisse sowie einem Ausblick (Kapitel 8).

2 Grundlagen und Begriffsbestimmungen

In diesem Kapitel werden der Anwendungskontext und der Betrachtungsbereich ein- und abgegrenzt sowie die für die Arbeit relevanten theoretischen Grundlagen und Begriffe erörtert. Dazu werden bestehende definitorische Ansätze zu den Grundlagen der Technologieentwicklung, der organisationalen Agilität und der Team- und Gruppenarbeit vorgestellt. Zur Beantwortung von **Forschungsfrage F1** werden im Rahmen einer systematischen Literaturanalyse (**Studie 1**) Charakteristika bestehender Definitionen von organisationaler Agilität gegenübergestellt. Die Definition der Begrifflichkeiten erfolgt überwiegend aus der multidisziplinären Perspektive der Arbeitswissenschaft, indem u. a. wirtschaftswissenschaftliche, arbeits- und organisationspsychologische sowie ingenieurwissenschaftliche Aspekte einbezogen werden (vgl. Schlick et al., 2018, S. 5 ff.).

2.1 Technologieentwicklung

2.1.1 Grundverständnis von Forschung und Entwicklung

In der einschlägigen Fachliteratur wird der Begriff der „Forschung und Entwicklung“ (kurz F&E) unterschiedlich definiert und ausgelegt. Eine Gemeinsamkeit aller Definitionen liegt nach Specht et al. (2002, S.14) in der Bedeutung des Erwerbs neuen Wissens, vornehmlich in Bezug auf natur- und ingenieurwissenschaftliche Wissensgebiete. Specht et al. (2002, S. 14 ff.) fassen unter dem Begriff Forschung und Entwicklung Aktivitäten bzw. Prozesse zusammen, die zu „neuen […] Gegenständen führen sollen“. Das dabei erworbene neue natur- und ingenieurwissenschaftliche Wissen kann zudem neue Anwendungsbereiche eröffnen. Inhaltlich gliedert sich die Forschung und Entwicklung in vier einschlägige Phasen, die sich in der Praxis in Teilen als integrativ bzw. überlappend erweisen (siehe Abbildung 4): Die Grundlagenforschung richtet sich auf den Erwerb neuer wissenschaftlicher oder technischer Erkenntnisse, ohne dabei einen unmittelbaren Bezug zur praktischen Anwendung aufzuweisen oder einem konkreten wirtschaftlichen Ziel zu unterliegen (vgl. Gerpott, 2013, S. 31). Im Vordergrund der Grundlagenforschung steht die Ausweitung eines Wissensstands und weniger die Übertragung des neu erworbenen Wissens in konkrete realtechnische Problemstellungen. Die Technologieentwicklung im engeren Sinne beschreibt die zweite Phase und beinhaltet alle Aktivitäten zur Weiterentwicklung des in der Grundlagenforschung gewonnenen Wissens, mit dem Ziel dieses zur Lösung praktischer technischer Problemstellungen zu nutzen. Neben neuerworbenem Wissen besteht das Ergebnis dieser Phase vor allem in der Generierung von neuen Problemlösungsfähigkeiten mit praktischem Anwendungsbezug. Klappert et al. (2011, S. 224) differenzieren die Technologieentwicklung im engeren Sinne von der Technologieentwicklung im weiteren Sinne (siehe Abbildung 4), welche inhaltlich breiter gefasst ist und in Kapitel 2.1.2 näher erläutert wird. Die Phase der Vorentwicklung beschreibt die anwendungsfallbezogene „Ausentwicklung“ von Technologien und inkludiert dabei die Planung zur technischen Umsetzung neuer Technologien in konkreten Produkten oder Prozessen (vgl. Specht et al., 2002, S. 16). Mitunter kann die Vorentwicklung innerhalb der Forschung und Entwicklung zeitlich sogar parallel zur Technologieentwicklung erfolgen, beispielsweise wenn der technische Reifegrad

der Ergebnisse aus der Grundlagenforschung eine direkte Anschlussfähigkeit zur Vorentwicklung bietet (vgl. Engeln, 2006, S. 16). Im Rahmen der Vorentwicklung wird die Überführung der sich als praxistauglich erwiesenen Technologien in anspruchsvolle Produkte, Konzepte oder Prototypen vorangetrieben. Die vierte und letzte Phase der Forschung und Entwicklung stellt die Produkt- und Prozessentwicklung dar. Diese Phase beschreibt die Fertigstellung bzw. Realisierung eines konkreten (neuen) Produkts oder neuen Prozesses basierend auf der neuen Technologie (vgl. Specht et al., 2002, S. 15 f.). Parallel zur Finalisierung eines marktfähigen Produkts wird die Prozessentwicklung bis hin zum „Start of Production“ (SoP) vorangetrieben (vgl. Klappert et al., 2011, S. 224). Die hier nicht näher ausgeführte Phase der Produktions- und Markteinführung sei der Vollständigkeit halber erwähnt, sie ist jedoch nicht mehr Bestandteil der Forschung und Entwicklung.

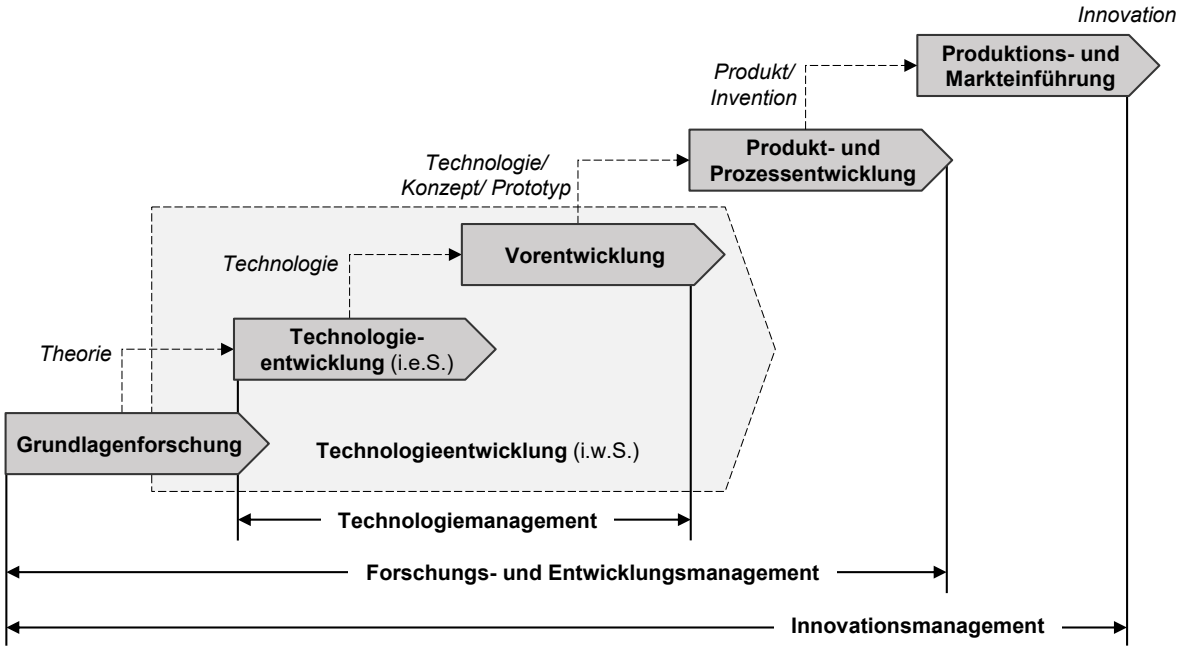


Abbildung 4: Inhaltliche Verortung der Technologieentwicklung in der F&E (kombinierte Darstellung i. A. a. Engeln (2006, S. 3), Klappert et al. (2011, S. 224) und Specht et al. (2002, S. 16)).

Der Terminus des Forschungs- und Entwicklungsmanagements (siehe Abbildung 4) beinhaltet entsprechend des funktionalen Management-Begriffs alle diejenigen Tätigkeiten, die sich der Planung, Organisation, Führung, Durchsetzung und Kontrolle des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens zuordnen lassen. Das F&E-Management grenzt sich dabei von den Termini des Technologiemanagements sowie des Innovationsmanagements insbesondere über die zeitlichen Bezüge zu den Entwicklungsphasen ab (vgl. Specht et al., 2002, S. 16 f.). Während sich das Technologiemanagement auf die beiden Phasen der Technologie- und Vorentwicklung und damit auf das Management von naturwissenschaftlich-technischem Wissen und Fähigkeiten zur Lösung technischer Probleme beschränkt, wird das Innovationsmanagement sehr weit gefasst. Es erstreckt sich über alle Entwicklungsphasen hinweg und inkludiert zudem die finale Produktions- und Markteinführung. Das F&E-Management ist integraler Bestandteil des Innovationsmanagements (vgl. Specht et al., 2002, S. 16 f.).

2.1.2 Technologiebegriff

Der Begriff Technologie leitet sich etymologisch aus dem Altgriechischen von „technología“ ab und kann als „einer Kunst gemäße Abhandlung“ übersetzt werden (Duden 2022). Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Technologie-Begriff zumeist synonym zum Begriff Technik verwendet (Ropohl, 2009, S. 31). Der Begriff Technik leitet sich ebenfalls aus dem Altgriechischen ab und bedeutet „Handwerk“ oder „Wissenschaft“ (vgl. Duden 2022). Während im Englischsprachigen die beiden Begriffe Technologie und Technik einheitlich mit „technology“ übersetzt werden (siehe z. B. Verein deutscher Ingenieure [VDI], 2000, S. 2), wurde in der (deutschsprachigen) wissenschaftlichen Literatur eine definitorische Abgrenzung angestrebt. Als zwei grundsätzliche Verständnisalternativen haben sich hier ein traditionelles und ein integratives Begriffsverständnis etabliert (vgl. Binder & Kantowsky, 1996, S. 92; Schuh, Klappert, Schubert et al., 2011, S. 34).

Das traditionelle Verständnis bemüht sich um eine strikte Trennung der beiden Begrifflichkeiten. Ropohl (2009, S. 31) erfasst Technologie als „die Wissenschaft von Technik“. Binder und Kantowsky (1996) wiederum verstehen Technik als die „konkrete Anwendung der Technologie in materieller Form“. Auch Bullinger (1994) führt eine strikte Trennung der beiden Termini an. Er definiert Technologie als das „Wissen von der Technik“ sowie als „Vorschriften über die Bereitstellung von Mitteln, mit denen eine bestimmte Wirkung erzielt werden soll“ (Bullinger, 1994, S. 32). Demgegenüber erfasst er Technik in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 3780 als „vom Menschen erzeugte Gegenstände (Artefakte), deren Herstellung durch den Menschen und auch deren Benutzung im Rahmen zweckorientierten Handels“ (Bullinger, 1994, S. 32). Übertragen auf einen Systemansatz dienen Technologien als Input (Wissensbasis), der im Rahmen eines Anwendungs- bzw. Problemlöseprozesses in Technik als Output (Problemlösung) überführt wird (Bullinger, 1994, S. 33 f.).

In Abgrenzung zum traditionellen Verständnis entwickelten Binder und Kantowsky (1996, S. 91 f.) ein integratives Begriffsverständnis. Diesem zufolge umfasst Technologie Wissen, Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Lösung technischer Probleme sowie Anlagen, Einrichtungen und Verfahren, um naturwissenschaftliche Erkenntnisse praktisch umzusetzen. Die letztgenannte Umsetzung oder auch „Materialisierung“ des technologischen Wissens entspricht dabei der Technik, welche somit ein Subsystem der Technologie bildet (Binder & Kantowsky, 1996, S. 91 f.).

Das integrative Technologieverständnis wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit zugrunde gelegt.

Zwecks Differenzierung unterschiedlicher Technologietypen und -arten existieren in der Literatur verschiedene Ansätze (siehe z. B. Gerpott, 2013, S. 24 ff.; Schuh, Klappert, Schubert et al., 2011, S. 35 ff.). Eine potenzielle Klassifizierung ergibt sich beispielsweise aus dem Grad des Produktbezugs oder der Lebenszyklusphase der Technologie. Die im weiteren Verlauf der Arbeit genutzte Differenzierung beruht auf der Unterscheidung von Material-, Prozess- und Produkttechnologien (Schuh, Klappert, Schubert et al., 2011, S. 35 ff.).

2.1.3 Technologieentwicklung und Technologieentwicklungsprozess

Die Technologieentwicklung als Phase innerhalb der F&E verfolgt das Ziel, neue Produkt-, Produktions- oder Materialtechnologien zu entwickeln und damit anwendungstaugliche Lösungen für konkrete technische Problemstellungen zu liefern (vgl. Klappert et al., 2011, S. 223). Im betrieblichen Kontext bereitet die Technologieentwicklung die Entwicklung neuer Produkte oder die Weiterentwicklung bestehender Produkte vor und trägt damit wesentlich zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens bei. Der stets vorliegende Praxis- und Problemlösungsbezug im Rahmen der Technologieentwicklung wird auch durch die häufig synonym genutzte Terminologie der „angewandten Forschung“ deutlich (vgl. Klappert et al., 2011, S. 223; Specht et al., 2002, S. 15).

Im Folgenden soll in Anlehnung an Klappert et al. (2011, S. 224) ein für diese Arbeit gültiges Verständnis von Technologieentwicklung erarbeitet werden. Klappert et al. (2011) definieren den Technologieentwicklungsbegriff neu, indem sie ihn sowohl in einem engeren als auch in einem im weiteren Sinne erfassen. Während die Technologieentwicklung im engeren Sinne eine Phase innerhalb der F&E darstellt (siehe Abbildung 4), definiert sich die Technologieentwicklung im weiteren Sinne über einen „abstrakten, d.h. weniger konkreten Produktbezug“ (Klappert et al., 2011, S. 224). Das Ziel dieser weiter gefassten Technologieentwicklung besteht darin, im Unternehmen ein vertieftes Verständnis von wissenschaftlichen Zusammenhängen einer (neuen) Technologie zu erlangen, welches über die bislang eingesetzten Technologien hinausgeht. Die systematische Suche nach neuen Erkenntnissen und daraus abgeleiteten Anwendungskontexten erfolgt dabei zunächst ohne einen unmittelbaren Produktbezug. Der Nachweis über die Problemlösungstauglichkeit der Entwicklungsergebnisse erfolgt über technologiespezifische Prototypen und Versuchsaufbauten. Das weiter gefasste Technologieentwicklungsverständnis drückt sich ferner über einen erweiterten Phasenbezug innerhalb des Phasenmodells der Forschung und Entwicklung aus (siehe Abbildung 4). Hierbei inkludiert es, neben der Technologieentwicklung im engeren Sinne, die Vorentwicklung sowie Teile der Grundlagenforschung. Zudem werden auch externe Entwicklungsdienstleistungen, die mit der Technologieentwicklung in Verbindung stehen, darunter gefasst (Klappert et al., 2011, S. 224).

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit ist mit der Verwendung des Begriffs „Technologieentwicklung“ das erweiterte Verständnis der Technologieentwicklung gemeint. Es wird von einem Entwicklungsvorhaben ausgegangen, welches sich auf eine neue oder existierende Technologie fokussiert, die zu einem späteren Zeitpunkt für eine konkrete technische Problemstellung zum Einsatz kommen kann.

Die Steuerung des zeitlichen Ablaufs des Entwicklungsvorgehens, beginnend im Ideenstadium einer Technologie bis hin zur Prototypenentwicklung, wird in Anlehnung an Klappert et al. (2011, S. 228 ff.) als Technologieentwicklungsprozess definiert. Ein stringenter und transparenter Technologieentwicklungsprozess unterstützt bei einer effizienten Ressourcenplanung und -nutzung, bei der Abstimmung mit allen beteiligten Projektpartnern sowie bei der systematischen Begleitung von Entscheidungssituationen (z. B. Machbarkeitsentscheidungen) im

Projektverlauf. Ebenso kann ein gut strukturierter Technologieentwicklungsprozess zur Effektivitätssteigerung beitragen, wenn es darum geht, Technologieideen mit hohem Potenzial zu priorisieren und Technologieideen mit geringem Potenzial frühzeitig zu stoppen (vgl. Klappert et al., 2011, S. 228 ff.).

2.1.4 Technologieentwicklungsprojekt

Technologieentwicklungsvorhaben sind in Unternehmen zumeist in Projekten organisiert (Schuh & Bender, 2012, S. 32ff.). Ein Projekt definiert dabei ein einmaliges Vorhaben, welches keine Routineaufgabe darstellt (Fiedler, 2014, S. 2 f.). Nach Fiedler (2014, S. 2f.) liegen charakteristische Merkmale eines Projekts im festgelegten Ziel, den finanziellen und personellen Restriktionen, der (bereichsübergreifenden) Teamarbeit, dem großen Umfang sowie der oftmals hohen risikobehafteten Unsicherheit. Zu Unterscheidungszwecken können nach der DIN 66901 die Kriterien Größe, Komplexität, Zeitbedarf und erforderlicher Aufwand herangezogen werden (DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 2009, S. 5f.).

Übertragen auf den vorliegenden Kontext von Forschung und Entwicklung, zeichnet sich auch ein Entwicklungsprojekt durch seine Einmaligkeit, spezifische Zielsetzung und zeitliche Befristung aus (Schmelzer, 1992, S. 148). Abgrenzend zu einfachen Projekten können Entwicklungsprojekte durch einen höheren Grad an Neuartigkeit, Komplexität sowie Risiko charakterisiert werden. Ein weiteres Merkmal liegt in der funktionsübergreifenden und interdisziplinären Zusammenarbeit, wobei die Gewichtung der verschiedenen Merkmale je nach Projekt variiert (Schmelzer, 1992, S. 148). Auch wenn im Folgenden lediglich der Begriff des Entwicklungsprojekts definiert werden soll, können auch Unterschiede zwischen Technologie- und Produktentwicklungsprojekten angeführt werden (vgl. Klappert et al., 2011, S. 226 f.): Ein Technologieentwicklungsprojekt verfolgt eine risikoreichere und radikalere Technologieidee, besitzt aufgrund der hohen technischen Unsicherheit jedoch eine deutlich geringere Projekterfolgsquote als ein Produktentwicklungsprojekt. Während ein Produktentwicklungsprojekt den klassischen Erfolgsgrößen Kosten, Zeit und Qualität unterliegt, spielen in einem Technologieentwicklungsprojekt Zielgrößen wie Kundennutzen, Kreativität und Innovationshöhe eine zentrale Rolle. Die Bewertung der Zielerfüllung erfolgt weniger anhand eines konkret umrissenes Produktergebnisses als vielmehr anhand der Erfüllung von Kundenanforderungen (Klappert et al., 2011, S. 226 f.). Für die vorliegende Arbeit wird die Definition eines Entwicklungsprojekts nach Kabel (2001, S. 12) zugrunde gelegt. Dieser definiert vier Merkmale eines Entwicklungsprojekts:

- Ein **einmaliger Ablauf**, der sich in Bezug auf den Inhalt vom Tagesgeschäft des Unternehmens unterscheidet,
- eine **komplexe Struktur**, die aus der Beteiligung mehrere Organisationseinheiten, der Komplexität der Entwicklungsaufgabe und dem Einfluss durch Randbedingungen im Unternehmen resultiert,
- ein **klar definiertes und strukturiertes Projektziel**, das sich aus der konkreten Aufgabe herleitet und unter Einhaltung von Zeit und Kosten erfüllt werden muss,
- eine **Abgrenzung** des Projekts gegenüber der sonstigen Organisationstruktur, den Prozessen und Ressourcen des Unternehmens.

2.1.5 Herausforderungen in der Technologieentwicklung

Die Komplexität eines Technologieentwicklungsprojekts resultiert unter anderem aus den herausfordernden Rahmenbedingungen, die Einfluss auf die Entwicklung nehmen. Feldhusen und Grote (2013, S. 464) differenzieren zwischen sieben verschiedenen Einflussclustern, die im Rahmen von Entwicklungsvorhaben eine Rolle spielen: Gesellschaft/Politik, Gesetze/Vorschriften/Normen/Richtlinien, Produktionsbedingungen, unternehmenseigene Bedingungen, Einsatzbedingungen des technischen Produkts, Zweck des technischen Produkts und Eigenstörung des technischen Produkts. Nach Ehrlenspiel und Meerkamm (2013, S. 163 f.) sind inner- und außerbetriebliche Einflüsse häufig nicht eindeutig abgrenzbar. Innerbetriebliche Einflussgrößen, die die Entwicklungsarbeit beeinflussen, sind die Dimensionen Führung, Menschen, Vertrieb, Produktdefinition, Produktion und sonstige allgemeine Unternehmensaspekte. Als äußere Einflussgrößen führen sie den Arbeitsmarkt, die Marktwirtschaft und Politik bzw. Recht an.

De Weck et al. (2007, S. 3f.) liefern eine modellartige Übersicht über exogene und endogene Unsicherheitsquellen in Entwicklungsprojekten, die den Anspruch in der Entwicklungsarbeit erhöhen können. Endogene (oder auch interne) Unsicherheiten resultieren insbesondere aus dem (unsicheren) Anwendungs-, dem Produkt- und dem Unternehmenskontext. Exogene Unsicherheiten können sich sowohl aus dem Anwendungskontext als auch aus marktwirtschaftlichen (z. B. Wettbewerb, Umweltschutz) oder politischen / kulturellen Kontextbedingungen (z. B. Kriege, Katastrophen, Regularien) ergeben. Abbildung 5 visualisiert die Unsicherheitsquellen in technischen Entwicklungsprojekten. Die Abbildung verdeutlicht dabei, dass einzelne Unsicherheitsfacetten durchaus auch mehreren Dimensionen zugeordnet werden können, wodurch komplexe Abhängigkeitsstrukturen entstehen können, die es im Rahmen des Entwicklungsvorhabens aufzulösen gilt.

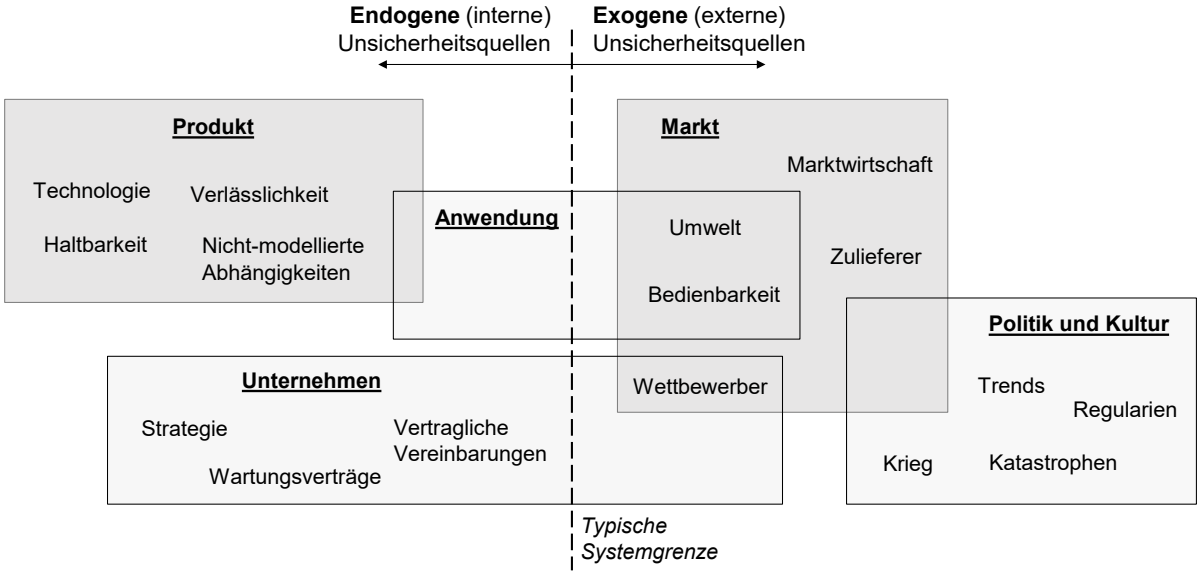


Abbildung 5: Quellen von Unsicherheit in technischen Entwicklungsprojekten in Anlehnung an Weck et al., 2007, S. 4; (eigene Übersetzung).

Die Komplexität von Technologieentwicklungsvorhaben zeigt sich insbesondere am Beispiel der Entwicklung erneuerbarer oder nachhaltiger Technologien für das Energiesystem. Die Entwicklung neuer Energietechnologien erfordert eine ganzheitliche und integrative Berücksichtigung der Dimensionen Wissen, Akteure und Institutionen, Ressourcen sowie Nutzungs- und Anwendungskontext (Wilson & Grubler, 2013, S. 11ff.). Wilson und Grubler (2013, S. 12) stellen heraus, dass zum einen eine kontinuierliche Wissensgenerierung und -weitergabe elementar für neue Innovationen im Energiesystem sind. Zum anderen erfordern Innovationen in diesem Sektor ein interaktives Netzwerk aus Akteuren und Institutionen, welches den Technologielebenszyklus gestaltet und notwendige wirtschaftliche Strukturen für neue Produkte, Prozesse und Organisationsformen schafft. Darüber hinaus erfordert ein Technologieentwicklungsvorhaben ein zielgerichtetes Management von menschlichen, technischen und finanziellen Ressourcen. Auch die Mobilisierung öffentlicher bzw. gesellschaftlicher Ressourcen spielt eine Rolle. Als vierte Dimensionen ist es in Technologieentwicklungen bedeutend, den Nutzungs- und Anwendungskontext der neuen Technologie frühzeitig miteinzubeziehen. Durch die neue Technologie sollten idealerweise wirtschaftliche oder nutzenspezifische Vorteile entstehen. Alle vier Dimensionen unterliegen nach Wilson und Grubler (2013, S. 12) starken Abhängigkeiten und erfordern eine individuelle Berücksichtigung.

Neue Technologien im Energiesystem lassen sich nur bedingt als Einzeltechnologien vorantreiben. Merten et al. (2018, S. 8) subsumieren, dass neue Energietechnologien unter Berücksichtigung immer stärkerer Wechselwirkungen untereinander sowie mit dem Energiesystem entwickelt werden müssen. Hierbei gewinnen systembezogene Aspekte wie Systemintegration, Systeminnovation sowie Systemtransformation an Bedeutung. Die zunehmende Komplexität in der Entwicklung entsteht nicht nur durch das wachsende Angebot technologischer Lösungsmöglichkeiten, sondern auch durch die steigende Bedeutung nicht-technischer Einflussgrößen (ökologisch, sozio-ökonomisch, politisch, kulturell) und die Berücksichtigung von Anforderungen an die Gestaltung von Energiesystemen auf allen Ebenen (kommunal bis global) (Merten et al., 2018, S. 8).

Die Technologieentwicklung im Bereich der Energietechnik ist nur ein Beispiel, das die Komplexität der zu berücksichtigenden Einflussgrößen veranschaulicht. Für die vorliegende Arbeit wird ein branchenunabhängiges Technologieentwicklungsverständnis zugrunde gelegt.

2.2 Organisationale Agilität

In der Organisationsforschung häufen sich seit mehreren Jahren verschiedene konzeptionelle Ansätze, die den gesteigerten Bedarf von Organisationen nach mehr Flexibilität bedienen wollen. Ein häufig in diesem Zusammenhang aufgegriffener Ansatz verbirgt sich hinter dem Konstrukt der „Agilität“ und seiner organisationalen Verankerung bzw. Bedeutung. In der vorliegenden Arbeit soll das Konstrukt der „organisationalen Agilität“ als potenzielle Einflussgröße auf den Erfolg in Technologieentwicklungsprojekten untersucht werden. Daher erfolgt zunächst eine definitorische Festlegung des Begriffs „Agilität“. Anschließend werden verschiedene Verständnisansätze zu „organisationaler Agilität“ vergleichend dargestellt bzw. systematisiert.

2.2.1 Definitionen und Konzepte von „Agilität“

Der Terminus Agilität gewann maßgeblich Ende der 1980er und 1990er an Bekanntheit, als sich Unternehmen mit einem immer schnelleren Wandel von Märkten und einem zunehmenden Bedarf an neuen Produkten konfrontiert sahen (vgl. Goldman et al., 1996, S. 3). Um mit diesem Wandel Schritt zu halten, traten im Produktionskontext u. a. Begriffe wie „Corporate Agility“ oder „Agile Manufacturing“ in Erscheinung (vgl. Brown & Agnew, 1982, S. 29 ff.; Gunasekaran, 1999; Zhang & Sharifi, 2000, S. 496 ff.). Agilität wurde dabei als Beschreibung für die Fähigkeit eines Unternehmens (oder auch eines Individuums) verwendet, in einer Wettbewerbsumgebung, die durch unvorhersehbare, sich ständig ändernde Kundenwünsche geprägt ist, gewinnbringend zu operieren und sich anzupassen (vgl. Goldman et al., 1996, S. 3 ff.). Zudem wurde bereits damals die Bedeutung der Fähigkeit einer Organisation hervorgehoben, die menschlichen Ressourcen im Unternehmen auf die sich ändernden Marktanforderungen ausrichten zu können (vgl. Brown & Agnew, 1982, S. 29).

Etwa zeitgleich gewann der Begriff „Agilität“ auch als Paradigma im Bereich des Projektmanagements von Entwicklungsprojekten an Bedeutung - insbesondere im Kontext der Softwareentwicklung. Ausgehend von der Erkenntnis, dass Softwareentwicklungsprojekte zunehmend durch Komplexität und immer häufigere Anforderungsänderungen charakterisiert waren, etablierten sich ab den 90er Jahren zahlreiche agile Entwicklungsmethoden (vgl. Abrahamsson et al., 2002, S. 4 ff.; Boehm & Turner, 2004, S. 25 ff.; Turner, 2007, S. 11 ff.). Diese basieren überwiegend auf dem erstmals von Takeuchi und Nonaka (1986, S. 137 ff.) beschriebenen Ansatz, neue Produkte inkrementell und in kurzen iterativen Zyklen zu entwickeln, um damit der Idee eines schnelleren und flexibleren Entwicklungsprozesses näher zu kommen. Ein besonderer Schwerpunkt dieser Methoden liegt in der regelmäßigen Einbindung von Kundenmeinungen, der Evaluation sowie der anschließenden Anpassung der Entwicklungsergebnisse (vgl. Cooper & Sommer, 2016, S. 5 ff.; Turner, 2007, S. 11 ff.). Als bekanntester methodischer Ansatz hat sich seitdem insbesondere das auf Entwicklungsiterationen ausgelegte Scrum-Framework durchgesetzt. Scrum beschreibt die Entwicklung einzelner Produktumfänge in sogenannten Sprints, an dessen Ende jeweils ein Produktinkrement entsteht. Das Product Backlog und das Sprint Backlog steuern die Entwicklung auf Basis der darin festgehaltenen Kundenanforderungen (Schwaber, 2007, S. 1 ff.). Neben Scrum sind die bekanntesten agilen Methoden: Dynamic Systems Development Method (DSDM), die Feature Driven Development (FDD)-Methode, Chrystal, Extreme Programming oder der Agile Unified Process (AUP) (vgl. Abrahamsson et al., 2002, S. 3 ff.).

Einen der Meilensteine für die Verbreitung des Agilitätsbegriffs respektive der als „agil“ bezeichneten Ansätze und Methoden stellte die Fertigstellung des Agilen Manifests im Jahr 2001 dar. In einem gemeinsamen Treffen von 17 Entwicklern agiler Methoden wurden die bis dahin existierenden agilen Ansätze in einem Rahmenwerk zusammengefasst. Bekannte Vertreter*innen wie Cockburn, Sutherland, Beck und Cunningham formulierten darin in vier Leitsätzen (Werten) und in 12 Prinzipien die zentrale Basis des agilen Entwicklungskonzepts (siehe u. a. Beck et al., 2001; Cockburn, 2003, S. 175 ff.). Während die vier agilen Werte und 12 agilen Prinzipien das Agile Manifest ausmachen, sind agile Praktiken (z. B. Retrospektiven,

User Stories) und agile Methoden (z. B. Extreme Programming, Chrystal) nicht expliziter Bestandteil des Agilen Manifests (siehe Abbildung 6).

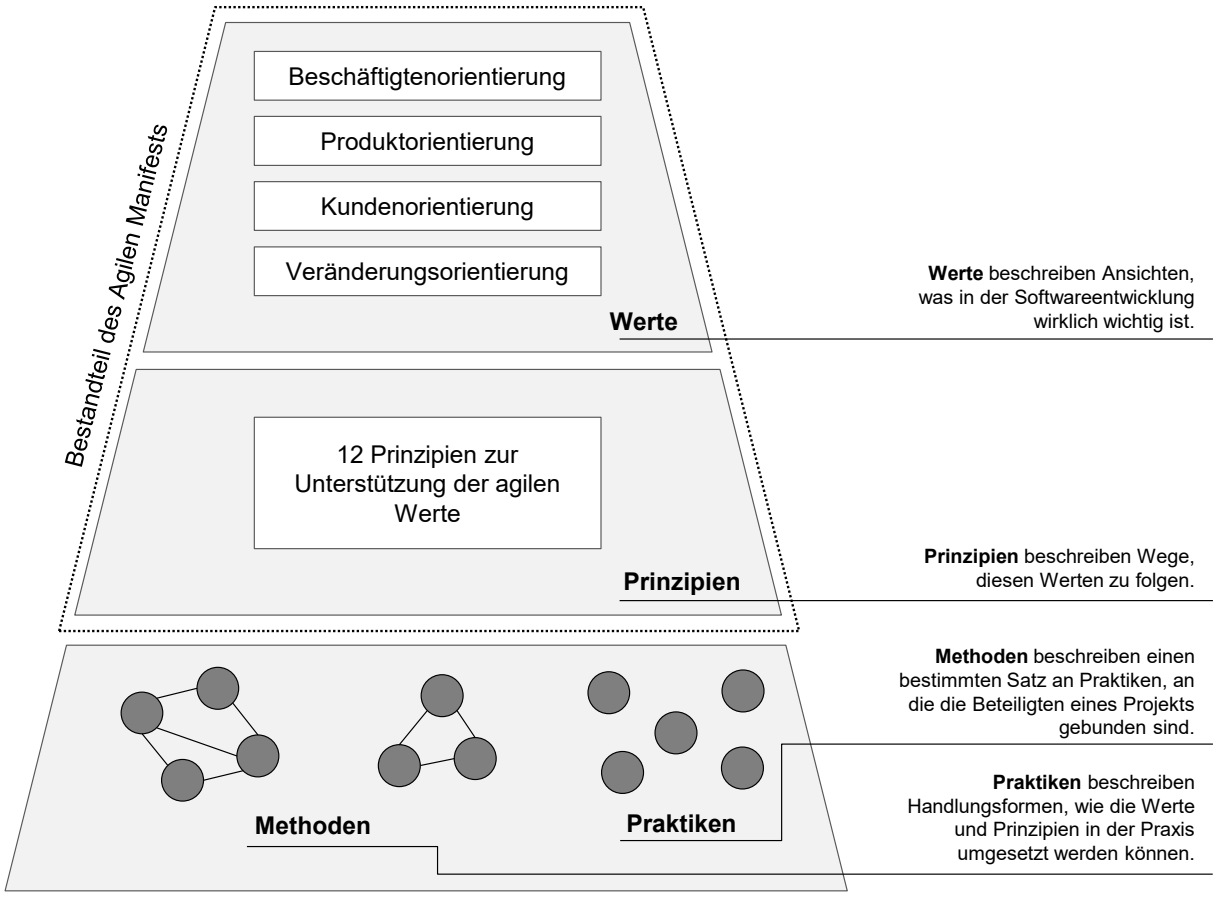


Abbildung 6: Agiles Manifest und agile Vorgehensweisen in Anlehnung an Dogs und Klimmer (2005), entnommen aus Schneider (2015, S. 61).

Die agilen Werte bilden die übergeordnete Ebene des agilen Manifests. Die Formulierung der vier agilen Werte erfolgte jeweils in Form eines gewichteten Vergleichs von je zwei ausgewählten Aspekten. Mithilfe dieser agilen Werte werden relevante moralische Ansichten, die jedem Softwareentwicklungsprojekt zugrunde liegen sollen, vorgeschrieben. So werden Individuen und Interaktionen höher als formale Prozesse und Werkzeuge gewichtet. Funktionierende Software ist höher zu priorisieren als Dokumentation. Zusammenarbeit mit dem Kunden ist wichtiger als die Verhandlung über Verträge und das Reagieren auf Änderungen bedeutender als das Verfolgen eines Plans (vgl. Beck et al., 2001).

An die vier agilen Werte knüpfen 12 agile Prinzipien an, die nachfolgend dargestellt sind (vgl. Beck et al., 2001; Cockburn, 2003, S. 175-183; nachfolgend übersetzt nach Trepper, 2012, S. 67-71):

1. „Die höchste Priorität liegt darin, den Kunden durch frühe und kontinuierliche Lieferungen hochwertiger Software zufrieden zu stellen."
2. „Funktionierende Arbeitsversionen der Software müssen regelmäßig geliefert werden, innerhalb weniger Wochen oder Monate, wobei der kürzeren Zeitspanne eindeutig der Vorzug zu geben ist."
3. „Funktionierende Software ist der primäre Maßstab für den Fortschritt."

4. „Veränderte Anforderungen sollten immer positiv aufgenommen werden, selbst wenn sie sich erst spät in der Entwicklung zeigen. Agile Verfahren nutzen Änderungen als Wettbewerbsvorteil des Kunden.“
5. „Geschäftsleute und Entwicklung arbeiten täglich gemeinsam im Projekt.“
6. „Bauen Sie ihr Projekt um einzelne motivierte Mitarbeiter herum auf. Geben Sie diesen Mitarbeitern die Umgebung und die Unterstützung, die sie benötigen, und vertrauen sie auf die Qualität ihrer Arbeit.“
7. „Die effizienteste und effektivste Methode zur Informationsübermittlung für und innerhalb eines Entwicklungsteams besteht in der direkten Kommunikation.“
8. „Die besten Architekturen, Anforderungen und Designs entwickeln sich in Teams, die sich selbst organisieren.“
9. „Ständige Aufmerksamkeit gegenüber technisch hervorragender Qualität sowie gutem Design verbessert die Agilität.“
10. „Agile Prozesse fördern kontinuierliche Entwicklung. Geldgeber, Entwickler und Benutzer sollten endlos ein beständiges Tempo beibehalten.“
11. „Schlichtheit – die Kunst, die Menge der nicht geleisteten Arbeit zu maximieren – ist essenziell.“
12. „Die Teams müssen in regelmäßigen Abständen darüber beraten, wie sie noch effektiver arbeiten können und ihr Verhalten dann entsprechend anpassen.“

In den agilen Werten und Prinzipien des Agilen Manifests zeigt sich, dass der Mensch in Softwareentwicklungsprojekten eine entscheide Rolle einnimmt. Der inhaltliche Fokus richtet sich auf eine intensive Kollaboration im Projektteam sowie mit dem Kunden. Ferner liegt ein hoher Wert auf Kommunikation sowie proaktivem und selbstorganisiertem Handeln aller beteiligten Entwicklungsakteur*innen (vgl. Trepper, 2012, S. 102).

Im Zuge der zunehmenden Verbreitung von Agilität haben sich in der Literatur weitere, teils abweichende Agilitätsverständnisse hervorgetan. Nachfolgend sollen einige Begriffsverständnisse häufig zitierter Autor*innen aus der Literatur gegenübergestellt werden.

Goldman et al. (1996, S. 34) definieren Agilität wie folgt:

> „Agilität ist dynamisch, kontextspezifisch, begrüßt die Veränderungen offensiv und ist wachstumsorientiert. Es geht nicht darum, die Effektivität zu steigern, Kosten zu reduzieren oder die Luken dicht zu machen, um befürchtete Wettbewerbsstürme unbeschadet zu überstehen. […] Agil zu sein fordert konstante Aufmerksamkeit des Menschen und der organisatorischen Leistung. […] Agile Unternehmen und agile Menschen sind immer bereit zu lernen, gleichgültig, welche neuen Dinge sie kennenlernen müssen, um von neuen Möglichkeiten zu profitieren.“

In ihrer Definition machen Goldman et al. (1996, S. 34) deutlich, dass typische betriebliche Ziele wie Kosteneinsparungen oder Effektivitätsgewinne nicht primäre Zielgrößen von Agilitätskonzepten darstellen. Der Fokus liegt vielmehr auf einer aktiv gelebten Änderungsbereitschaft, die unter anderem über Selbstorganisation und Lernwilligkeit des Unternehmens und seiner Beschäftigten erreicht wird.

Boehm und Turner (2004, S. 25 ff.) leiten ihr Agilitätsverständnis aus dem Vergleich von agilen mit plan-getriebenen Methoden (wie beispielsweise dem Stage-Gate-Prozess) ab. Agile Methoden zeichnen sich durch eine schnelle Wertgenerierung sowie hohe Änderungsbereitschaft aus und funktionieren insbesondere in kleinen Teams sowie turbulenten, änderungsreichen Projektkontexten. Sie legen Wert auf eine intensive Kundeneinbindung, qualitative (und nicht quantitative) Projektkontrolle sowie eine direkte Kommunikation und Wissensweitergabe. Das Entwicklungsvorgehen erfolgt auf Basis einer kurzzyklischen Gestaltung, Inkrementerstellung, Erprobung und anschließenden Anpassung („refactoring“). Dem Entwicklungsteam werden Freiheitsgrade gewährt, um selbstorganisiert, komfortabel („comfortable“) und befähigt („empowered“) zu arbeiten (Boehm & Turner, 2004, S. 51 f.).

Nach Cockburn (2003, S. 8) liegt der Kern von Agilität bzw. von agilem Projektmanagement im Befolgen weniger, leichtgewichtiger Regeln für das Verhalten im Projekt bzw. in der Berücksichtigung von beschäftigten- und kommunikationsorientierten Regeln. Agilität bedeutet dabei Manövrierfähigkeit (engl. „maneuverability“), um in Zeiten wachsender Unsicherheit bestehen zu können. Auch Erickson et al. (2005, S. 89) nähern sich der Bedeutung von Agilität über die Nennung einer Reihe beschreibender Substantive. So beschreiben die Autoren Agilität als Eigenschaft einer Organisation mithilfe von Begriffe wie „nimbleness, suppleness, quickness, dexterity, liveliness, or alertness” (dt. Flinkheit, Geschmeidigkeit, Schnelligkeit, Gewandtheit, Lebendigkeit oder Wachsamkeit) (Erickson et al., 2005, S. 89). Aus ihrer Sicht bedeutet Agilität, sich möglichst von der Schwerfälligkeit und Trägheit, die traditionelle Entwicklungsmethoden ausmachen, zu lösen, um eine schnelle Reaktion auf veränderliche Umgebungen, Änderungen der Entwicklungsanforderungen oder kürzere Projektdauern zu ermöglichen (Erickson et al., 2005, S. 89).

Highsmith (2006) definiert Agilität als die Fähigkeit, Veränderungen sowohl zu erschaffen, als auch auf sie zu reagieren, um in einem turbulenten Geschäftsumfeld erfolgreich zu sein. Unternehmen können Wettbewerbsvorteile erzielen, wenn sie in der Lage sind, besser auf veränderte Bedingungen reagieren zu können als ihre Konkurrenten. Hierbei ist es allerdings zugleich bedeutsam, ein ausgewogenes Maß zwischen Flexibilität und Struktur zu erhalten (Highsmith, 2006).

Conboy (2009, S. 329 ff.) führt im Rahmen seines Definitionsansatzes eine Rekonstruktion des Agilitätsbegriffs durch, indem er zunächst eine Zerlegung der Terminologien in ihre Grundbedeutungen vornimmt. Im ersten Schritt nimmt er eine separate Abgrenzung des Terminus Agilität von den Begriffen „Flexibility“ (dt. Flexibilität) und „Leanness“ (dt. Schlankheit) vor. Trotz hoher Ähnlichkeiten unterscheidet sich Agilität von Flexibilität durch eine stärker ausgeprägte organisatorische Orientierung. Gegenüber Schlankheit verfügt Agilität über einen geringer ausgeprägten Fokus auf Kosten und Produktionseffizienz. Ausgehend von dieser Abgrenzung leitet Conboy (2009, S. 340) ab, dass Agilität das Potenzial einer Methode definiert, „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“.

Auch Conforto et al. (2016, S. 660 ff.) nähern sich in ihrer Arbeit der Bedeutung von Agilität auf einer theoriebasierten Grundlage. Dabei führen sie als Kritik an den bisherigen Definitionen an, dass es diesen zumeist an einer theoretischen Fundierung mangeln würde. Die Mehrheit der etablierten Definitionen beschreiben Agilität als Phänomen, welches über die Anwendung einer Praktik oder Methode entsteht (vgl. Conforto et al., 2016, S. 662). In ihrer eigenen Definition betrachten sie Agilität weniger als Eigenschaft einer Praktik oder Methode, sondern als eine Fähigkeit des Projektteams (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."

Eine ebenfalls theoretisch fundierte Annäherung an den Agilitätsbegriff nimmt Schmidt (2016, S. 19-25) vor. Er begründet seine Forschungsmotivation mit der Erkenntnis, dass sich die etablierten Definitionen von Agilität vornehmlich auf das Agile Manifest stützen und dabei nur selten eine eigene konzeptionelle Grundlagenarbeit voranstellen. Im Rahmen einer systematischen Literaturanalyse identifiziert er drei verschiedene Ansätze zur Konzeptualisierung von Agilität. Dabei umfasst eine erste Gruppe Ansätze, die Agilität als Verhaltensweise (engl. „Behavior") interpretieren. Diese beschreiben vor allem die Intensität der Nutzung agiler Entwicklungsmethoden und -praktiken durch das Team. Eine zweite Gruppe von Definitionen betrachtet Agilität als Fähigkeit (engl. „Capability") und beschreibt damit zum Beispiel die Reaktionsfähigkeit eines Teams auf Veränderungen. Die dritte Gruppe von Definitionen fokussiert Agilität als Einstellung/Haltung (engl. „Attitude") und vereint damit Beschreibungsansätze, die auf das Mind-Set des Teams und der Teammitglieder (z. B. Offenheit, Änderungsbereitschaft) abzielen.

Insgesamt zeigt sich, dass die vorgestellten Agilitätsdefinitionen in der überwiegenden Mehrheit durch die im Agilen Manifest festgelegten Werte und Prinzipien sowie das agile Methodenverständnis geprägt sind. Aktuellere Definitionsansätze bemühen sich um eine differenziertere Beschreibung des Agilitätsbegriffs (siehe z. B. Schmidt, 2016).

Nach dieser kurzen Einführung in die allgemeinen begrifflichen und konzeptuellen Grundlagen fokussiert das folgende Kapitel den eigentlichen Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit, die organisationale Agilität.

2.2.2 Charakteristika von organisationaler Agilität

Die erste Forschungsfrage (F1), die es im Rahmen dieser Arbeit zu beantworten gilt, zielt darauf ab, organisationale Agilität anhand von charakteristischen (organisationalen) Merkmalen zu spezifizieren. Zur Beantwortung wurde eine systematische Literaturanalyse (**Studie 1**)

durchgeführt. Die identifizierten Definitions- und Beschreibungsansätze wurden hinsichtlich der gesuchten Charakteristika analysiert und systematisiert.[2]

Die Literaturrecherche wurde entsprechend der Standards der STARLITE-Methode nach Booth (2006) systematisch durchgeführt und dokumentiert (siehe Abbildung 7). Für die Literatursuche wurde u. a. eine Auswahl an Literaturdatenbanken getroffen. Darüber hinaus wurden Suchterme definiert und angewendet. Da sich im Rahmen einer vorangegangenen Recherche zeigte, dass einschlägige Grundlagenliteratur zu organisationaler Agilität vor allem im englischsprachigen Wissenschaftsbereich publiziert wurde, wurde die Literatursuche auf englischsprachige Literatur beschränkt. Die Literaturauswahl erfolgte in zwei Schritten: Die erste Auswahl wurde im Rahmen einer Durchsicht von Titel und Abstract der Publikationen getroffen. Die zweite Auswahl erfolgte auf Basis einer Volltextsichtung. Insgesamt konnten zehn Publikationen für die finale Analyse berücksichtigt werden.

Methode	Durchführung
S: Sampling Strategy	**Vorgehen bei der Literaturauswahl:** ▪ *Erster Schritt: Auswahl auf Basis von Titel und Abstract (n = 172)* ▪ *Zweiter Schritt: Auswahl auf Basis des Volltexts (n = 10)*
T: Type of Studies	**Art der Studien:** ▪ *Empirische Studien und Literaturreviews*
A: Aproaches	**Vorgehen bei der Suche:** ▪ *Elektronische Suche mittels definierter Suchterme*
R: Range of years	**Erscheinungsdatum:** ▪ *Keine Beschränkung*
L: Limits	**Funktionale Beschränkung** ▪ *Englischsprachige Literatur*
I: Inclusion and Exlusions	**Konzeptionelle Beschränkung**: ▪ *Keine*
T: Terms used	**Suchterme**: ▪ *„organizational agility“ ∧ „organisational agility“* ▪ *„definition“ ∧ „attributes“ ∧ „characteristics“*
E: Electronic sources	**Datenbanken**: ▪ *Web of Science; Science direct; Emerald; Google Scholar*

Abbildung 7: Dokumentation des Vorgehens zur systematischen Literaturrecherche anhand der STARLITE-Kriterien nach Booth (2006).

Die Publikation von Gunasekaran (1999, S. 87 ff.) liefert einen häufig zitierten Ansatz, der Agilität vor allem als **Individualgröße** („People Agility“) definiert. Im Zuge der gegen Ende der 1990er Jahre aufkommenden Idee eines „Agile Manufacturing“ (AM) fokussiert er in seiner Definition neben strategie-, technologie- und produktionssystembezogenen Faktoren insbesondere die Rolle des Menschen („People“). Agilität entsteht dabei über drei personenbezogene Faktoren: Kompetenz in der jeweiligen Rolle („Knowledge Workers“), Befähigung und

[2] Die nachfolgenden Ergebnisse wurden erstpubliziert in: Steireif, N., Nitsch, V., & Mütze-Niewöhner, S. (2023a). Design Factors for Organizational Agility in Power Technology Development: An Interview Study in Germany. *International Journal of Innovation and Technology Management (IJITM), 20*(04).

Support der Beschäftigten durch das Management („Top management support and employee empowerment“) und Trainings- sowie Fortbildungsprogramme („Training and education“). Wichtige Aspekte, die unter den Kompetenzfaktor fallen, sind unter anderem die flexible Übernahme von Verantwortung für mehrere, parallel durchzuführende Aufgabe, oder eine ausgeprägte, im besten Fall multilinguale Kommunikationsfähigkeit (vgl. Gunasekaran, 1999, S. 97). Der zweite Faktor (Befähigung und Supports durch das Management) vereint Aspekte mit Personenbezug, die durch das Management gewährleistet werden. Hierzu zählen der technische und finanzielle Support, das Sicherstellen von Informationsflüssen für die Zusammenarbeit von Individuen als Teil eines multidisziplinären und selbstorganisierten Teams oder die Unterstützung durch das Topmanagement bei der Entwicklungsarbeit. Unter Trainings- und Fortbildungsprogrammen werden Maßnahmen zusammengefasst, die darauf abzielen, das durchschnittliche Kompetenz- und Fähigkeitslevel der Beschäftigten zu erhöhen.

Ebenfalls auf Individualebene lässt sich das Konstrukt der „Workforce Agility“ nach Breu et al. (2002, S. 21 ff.) verorten. Das Konstrukt definiert Agilität über verschiedene Attribute einer Arbeitsperson und nennt hierzu u. a. die Geschwindigkeit, sich neue Fähigkeiten und Kompetenzen anzueignen, die Reaktionsfähigkeit auf sich ändernde Kundenbedürfnisse oder Marktbedingungen, die Fähigkeit, flexibel zwischen Projekten wechseln zu können, die Effektivität bei der funktionsübergreifenden Kooperation oder die Befähigung zum eigenständigen Treffen von Entscheidungen (Breu et al., 2002, S. 24). Aufbauend auf einer umfangreichen Literaturanalyse stützen Sherehiy et al. (2007, S. 458) ihr Verständnis von organisationaler Agilität im Wesentlichen auf die beiden Konstrukte „Workforce Agility“ und „Enterprise Agility“ (hier dient das Unternehmen als Bezugsobjekt). Das Konstrukt der „Workforce Agility“ definiert sich über die drei Persönlichkeitsattribute Proaktivität, Anpassungsfähigkeit und Resilienz. Das Konstrukt „Enterprise Agility“ umfasst eine umfangreiche Liste von organisationalen Attributen, die entlang der Themenfelder Kunde, Kooperation, organisationales Lernen und Wissensentwicklung, Veränderungskultur, Verantwortlichkeit, Regeln und Abläufe, Koordination, Struktur und Personalmanagement gegliedert sind (Sherehiy et al., 2007, S. 458). Die Definition nach Tamtam und Tourabi (2020, S. 412) bezieht sich ebenfalls auf das Individuum („Workforce Agility“) als Bezugsobjekt. Die Autoren führen hierzu verschiedene organisationale Gestaltungsfaktoren zu den Aspekten Anpassungsfähigkeit und Flexibilität, Kompetenz und Selbstwahrnehmung, Proaktivität, Innovationsfähigkeit, Resilienz, Reaktionsfähigkeit, Schnelligkeit, Fokussierung, betriebswirtschaftliches Denken, Neugier, Kollaborationsfähigkeit und Eigenmotivation an.

Die Definition von Lee und Xia (2010, S. 91) begreift Agilität im Wesentlichen als Eigenschaft eines **Teams** und operationalisiert diese mithilfe verschiedener Teamattribute. Agilität als Eigenschaft eines Teams definiert sich insbesondere über Diversität (u. a. Teammitglieder mit vielseitigem Erfahrungswissen, breites Fähigkeitsrepertoire der Teammitglieder, Heterogenität der Personen) sowie über Autonomie (u. a. Selbstorganisation, Entscheidungen im Team, Selbstdisziplin und -management). Auch Vidgen und Wang (2009, S. 374) definieren Agilität über team- und teamprozessbezogene Aspekte. So führen sie im Rahmen ihrer Beschreibung einer agilen Organisation die Faktoren Kundenkollaboration, rhythmische und kurzzyklische

Arbeitsweise, gemeinsames Mindset im Team, Lernen im Team, kontinuierliche Prozessverbesserung und das systematische Voranbringen neuer Innovationen an. Sheffield und Lemétayer (2013, S. 463) beschreiben organisationale Agilität in der Softwareentwicklung anhand von projektbezogenen Attributen (u. a. enge Kollaboration mit dem Kunden, Teamgröße) und projektumgebungsbezogenen Attributen (u. a. Support durch das Management, Risikobereitschaft, Unternehmensgröße, Erfahrung des Entwicklungsteams). Sie legen damit einen Fokus insbesondere auf teambezogene (bzw. teamprozessbezogene) Merkmale.

Organisationale Agilitätsverständnisse, die auf das **Unternehmen** als organisationale Bezugsgröße referenzieren, finden sich beispielsweise in Yusuf et al. (1999), Tsourveloudis und Valavanis (2002) oder Nijssen und Paauwe (2012). Yusuf et al. (1999, S. 41) beschreiben die Agilität eines Unternehmens anhand der Attribute Integration (von Aktivitäten und Informationen), Kompetenzen in verschiedenen Geschäftsbereichen, unternehmens- und funktionsübergreifende Teamzusammenarbeit, Technologieführerschaft, Qualitätsorientierung, strategische Partnerschaften mit Kunden sowie Weiterbildungsangebote. Tsourveloudis und Valavanis (2002, S. 339) operationalisieren „Enterprise Agility“ anhand verschiedener Unternehmensattribute entlang der vier Bereiche Produktionsinfrastruktur (u. a. kosteneffiziente und schnelle Anpassungsfähigkeit des Produktionssystems), Marktinfrastruktur (Fähigkeit des Unternehmens, marktwirtschaftliche Potenziale zu erkennen), Personalinfrastruktur (Qualifikation und Motivation der Beschäftigten) und Informationsinfrastruktur (transparenter und zugänglicher Informationsfluss). Nijssen und Paauwe (2012) leiten ihr organisationales Agilitätsverständnis über die Subkonstrukte „Workforce Scalability“, „Fast Organizational Learning“ sowie „Highly Adaptable Organizational Infrastructure“ her. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Definitionen von organisationaler Agilität.

Tabelle 1: Ergebnisse der Analyse der Definitionen von OA unter Berücksichtigung von Anwendungskontext und organisationaler Bezugsebene (i.A.a. Steireif et al. 2023a, S. 12).

Autoren	Anwendungskontext	Bezugsebene und Konstruktname	Charakteristika
Gunasekaran (1999)	Management, Produktion	Individuum („People Agility“)	„Knowledge Workers“ (u. a. Flexibilität, mehrere gleichzeitige Aufgaben zu übernehmen; multilinguale Kommunikation); „Top Management Support and Employee Empowerment“ (u. a. technischer und finanzieller Support; Informationsfluss in multidisziplinären, selbstorganisierten Teams; Einbindung des Top-Managements); „Training and Education“ (u. a. Maßnahmen zur Steigerung der Kompetenz, des Wissens, der mentalen Leistungsfähigkeit der Beschäftigten)
Breu et al. (2002)	Informationstechnologie	Individuum („Workforce Agility“)	u. a. Schnelligkeit sich neue Fähigkeiten und Kompetenzen anzueignen; Reaktionsfähigkeit auf sich ändernde Kundenbedürfnisse; Reaktionsfähigkeit auf veränderliche Marktbedingungen; Fähigkeit zwischen Projekten zu wechseln; Effektivität funktionsübergreifend zu kooperieren; Befähigung zum eigenständigen Treffen von Entscheidungen
Sherehiy et al. (2007)	Produktion	Individuum („Agile Workforce“), Unternehmen („Agile Enterprise“)	„Agile Workforce“ (Proaktivität, Anpassungsfähigkeit, Resilienz); „Agile Enterprise“ (Kundenfokus, Kooperation, organisationales Lernen und Wissensentwicklung, Kultur der Veränderung; Verantwortlichkeit, Regeln und Abläufe, Koordination, Struktur, Personalmanagement)

Autoren	Anwendungs-kontext	Bezugsebene und Konstruktname	Charakteristika
Tamtam und Tourabi (2020)	Produktion	Individuum („Workforce Agility“)	Anpassungsfähigkeit/Flexibilität; Kompetenz/Selbstwahrnehmung; Proaktivität; Innovationsfähigkeit; Resilienz; Reaktionsfähigkeit; Schnelligkeit; Fokussierung; betriebswirtschaftliches Denken; Neugier; Kollaborationsfähigkeit; Eigenmotivation
Lee und Xia (2010)	Software-entwicklung	Team („Software Development Agility“)	Teamdiversität (u. a. Teammitglieder mit vielseitigem Erfahrungswissen, breites Fähigkeitsset der Teammitglieder, Heterogenität); Teamautonomie (u. a. Selbstorganisation, Entscheidungen im Team, Selbstdisziplin und -management)
Vidgen und Wang (2009)	Software-entwicklung	Team („Agile Organization“)	Kundenkollaboration (u. a. enge, effektive Zusammenarbeit, kontinuierliche Anforderungserhebung); Rhythmische Arbeitsweise (u. a. kurze, zeitlich fixierte Iterationen, Planen von kurzen Arbeitsphasen und Pausen); Gemeinsames Mindset (u. a. Selbstmanagement und -disziplin im Team); Lernen im Team (u. a. unterstützende Strukturen für Kommunikation und Kollaboration, offene Arbeitsplätze); Prozessverbesserung (u. a. kontinuierliche Begutachtung und Verbesserung der Prozessaktivitäten, Elimination von redundanten Aktivitäten); Produktinnovation (u. a. Formalisierung von explorativen Studien)
Sheffield und Lemétayer (2013)	Software-entwicklung	Team („Software Development Agility“)	Projektumgebungsbezogene Faktoren (u. a. Support durch das Management, Risikobereitschaft, Unternehmensgröße, Erfahrung des Entwicklungsteams); projektbezogene Faktoren (u. a. enge Kollaboration mit dem Kunden, Anforderungsunsicherheit, Teamgröße)
Yusuf et al. (1999)	Produktion	Unternehmen („Agile Manufacturing“)	Attribute einer agilen Unternehmensorganisation: u. a. Integration (von Aktivitäten und Informationen); Kompetenzen in verschiedenen Geschäftsbereichen; unternehmens- und funktionsübergreifende Teamzusammenarbeit; Technologieführerschaft; Qualitätsorientierung; strategische Partnerschaften mit Kunden; Weiterbildung
Tsourveloudis und Valavanis (2002)	Produktion	Unternehmen („Enterprise Agility“)	Produktionsinfrastruktur (Kosteneffiziente und schnelle Anpassungsfähigkeit des Produktionssystems); Marktinfrastruktur (Fähigkeit des Unternehmens, marktwirtschaftliche Potenziale zu erkennen); Personalinfrastruktur (Qualifikation und Motivation der Beschäftigten); Informationsinfrastruktur (Transparenter und zugänglicher Informationsfluss)
Nijssen und Paauwe (2012)	Produktion	Unternehmen („Organizational Agility”)	„Workforce Scalability“ (bestehend aus „Workforce Alignment“ (offene Personaleinsatzplanung, gemeinsames Mindset, Partizipation der Beschäftigten) und aus „Workforce Fluidity” (u. a. kompetenzbasiertes Training, breites Fähigkeitstraining); „Fast Organizational Learning” (bestehend aus „Knowledge Alignment” (u. a. Echtzeitinformationen, konstantes Monitoring) und aus „Knowledge Creation“ (u. a. Wissensweitergabe, Diskussion und Reflexion, Wissensdokumentation); „Highly Adaptable Organizational Infrastructure“ (u. a. flache Hierarchie, minimale formale Verantwortlichkeit, informelle Koordination)

Insgesamt liefern die vorgestellten Definitionen ein heterogenes Verständnis von organisationaler Agilität mit einer Vielzahl an organisationalen Charakteristika. Die Analyse zeigt, dass die Ansätze wahlweise das Individuum, das Team oder das Unternehmen als organisationale Bezugsebene gewählt haben. Hinsichtlich des Anwendungskontextes stammt der überwiegende Teil der Definitionsansätze aus den Bereichen Softwareentwicklung oder Produktion. Für diese Arbeit lässt sich festhalten, dass für die Erarbeitung eines ganzheitlichen Verständ-

nisses von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung alle organisationalen Betrachtungsebenen Relevanz besitzen und deshalb im Weiteren Berücksichtigung finden sollten.

2.3 Gruppen- und Teamarbeit

Die Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen und -teams hat sich im Kontext von wissensintensiven und kreativ-schöpferischen (Entwicklungs-)Projekten als Organisationsform etabliert (vgl. Mütze-Niewöhner et al., 2021, S. 1 ff.; Mütze-Niewöhner et al., 2022, S. 1000; Schlick et al., 2018, S. 681 ff.). Zunehmende Bedeutung für die Bewältigung technologischer Herausforderungen gewinnt zudem die teambasierte Zusammenarbeit von Mitgliedern mit unterschiedlichem funktionalem Hintergrund (vgl. Ratzmann, 2015, S. 83).

In diesem Kapitel erfolgt eine Einführung in das interdisziplinäre Forschungs- und Themenfeld der Gruppen- und Teamarbeit. Zunächst wird eine Begriffsbestimmung vorgenommen. Anschließend erfolgt eine Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse und einschlägigen Arbeiten im Forschungsfeld zur Gruppen- und Teamarbeit.

2.3.1 Begriffsbestimmung und Abgrenzung

Mehrere Jahrzehnte Gruppen- und Teamforschung haben verschiedene Definitionen und Kategorisierungen des Gruppenarbeits- bzw. des häufig synonym verwendeten Teamarbeitsbegriffs aus unterschiedlichen Forschungsperspektiven (z. B. Psychologie, Betriebswirtschaftslehre, Ingenieurswissenschaft) hervorgebracht (vgl. Räcke, 2020, S. 11 f.; Schlick et al., 2018, S. 682 ff.).

Nach Schlick (2018, S. 682) kann Gruppen- und Teamarbeit als eine Form der Arbeitsorganisation definiert werden, die „dadurch gekennzeichnet ist, dass ein Arbeitsauftrag an mehr als zwei Arbeitspersonen übertragen wird, von diesen Arbeitspersonen als gemeinsame Arbeitsaufgabe definiert sowie interpretiert wird und schließlich in Kooperation, also gemeinschaftlich, bearbeitet wird“. Implizit ausgeschlossen werden mit dieser Definition neben reiner Einzelarbeit insbesondere Kooperationsformen, die außerhalb eines Unternehmens bzw. einer Organisation erfolgen, sich zufällig ergeben haben, nicht aufgabenbezogen sind oder weder zielgerichtet noch zweckgebunden herbeigeführt wurden (vgl. Schlick et al., 2018, S. 682). Hacker (2005, S. 151) weist darauf hin, dass nicht jede Arbeit in Kooperationsverbänden als Gruppenarbeit im engeren Sinne (sogenannte „qualifizierte Gruppenarbeit“) zu verstehen ist. Vielmehr setzt diese eine „Organisations- und Auftragsgestaltung“ voraus, welche „objektive Voraussetzungen“, beispielsweise komplexe Arbeitsaufträge, schafft, die effizienter in Gruppen als individuell bearbeitbar sind (vgl. Hacker & Sachse, 2014, S. 97 f.).

Um von Gruppen- und Teamarbeit sprechen zu können, erfordert es nach Schlick (2018, S. 682) einen Arbeitsauftrag, der eine kooperative Bearbeitung fordert und fördert. Eine räumliche oder organisatorische Nähe von Arbeitspersonen alleine genügt nicht, wenn ansonsten eine unabhängige Bearbeitung der Arbeitsaufgaben möglich ist. Beschränkt sich eine Kooperation zwischen Arbeitspersonen lediglich auf die Koordination gemeinsam genutzter Arbeits- und

Betriebsmittel oder Ressourcen, genügt dies ebenfalls nicht der Definition von Gruppenarbeit (Schlick et al., 2018, S. 682 unter Bezugnahme auf Hacker & Sachse, 2014).

Nach Nerdinger (2019, S. 120) kennzeichnet den Gruppen- bzw. Teambegriff, dass Arbeitspersonen über einen längeren Zeitraum in direktem Kontakt stehen, sich in diesem Zeitraum verschiedene Rollen ausdifferenzieren, sich gemeinsame Normen herausbilden und ein Kohäsionsgefühl entsteht. Kozlowski und Bell (2013, S. 415) leiten ihre Definition eines Arbeitsteams bzw. einer Arbeitsgruppe aus mehreren einschlägigen Publikationen ab (u. a. Hackman, 1987; Kozlowski & Bell, 2003; Kozlowski et al., 1999; McGrath et al., 2000; Salas et al., 1992):

> „Work teams and groups: (1) are composed of two or more individuals, (b) who exist to perform organizationally relevant tasks, (c) share one or more common goals, (d) exhibit task interdependencies (i.e., workflow, goals, knowledge, and outcomes), (e) interact socially (face-to-face or, increasingly, virtually), (f) maintain and manage boundaries, and g) are embedded in an organizational context that sets boundaries, constraints the team, and influences exchanges with other units in the broader entity."

Hinsichtlich der Gruppen- bzw. Teamgröße finden sich in der einschlägigen Literatur unterschiedliche Aussagen dazu, ab welcher Personenzahl von einer Gruppe oder einem Team gesprochen werden darf. So setzen abweichend von Kozlowski und Bell (2013) mehrere Autor*innen eine Mindestzahl von drei Personen voraus (siehe z. B. Högl, 1998, S. 10; Nerdinger, 2019, S. 120; Schlick et al., 2018, S. 682). Um die Stichprobe für das in dieser Arbeit empirisch zu evaluierende Teammodell nicht zu sehr einzuschränken, wird in der vorliegenden Arbeit das weniger restriktive Verständnis von mindestens zwei Personen nach Kozlowski und Bell (2013) zugrunde gelegt.

Im Hinblick auf eine Differenzierung von Teams bzw. Gruppen führen Kozlowski und Bell (2013, S. 418) ein „simple-to-complex"-Kontinuum ein. Komplexe Teams bzw. Gruppen charakterisieren sich dabei durch (Kozlowski & Bell, 2013, S. 418):

1. "Tasks that are externally driven, dynamic, and structured by explicit workflows.
2. Common goals that necessitate specific individual contributions that may shift over a work cycle.
3. Roles that are specified and differentiated such that they require specialized knowledge and skill.
4. A process emphasis that focuses on task-based roles, task interaction, and performance coordination.
5. Performance demands that require coordinated individual performance in real-time, the capability to adapt to shifting goals and contingencies, and a capacity to continually improve over time."

Demgegenüber zeichnen sich einfache Teams bzw. Gruppen aus durch (Kozlowski & Bell, 2013, S. 418):

1. "Tasks that are internally oriented, static, and unstructured in that they lack explicit workflows.
2. Common goals that make no specific demands for individual contributions and that are fixed for the team's life cycle.
3. Roles that are unspecified and undifferentiated, such that all team members possess essentially equivalent knowledge and skill.

4. A process emphasis that focuses on social roles, social interaction, normative behavior, and conflict.
5. Minimal performance demands that allow pooled or additive contributions to the group product."

Die in dieser Arbeit betrachteten Entwicklungsteams, die i. d. R. anspruchsvolle Projekte bearbeiten, können im Hinblick auf die genannten Merkmale den komplexen Teams zugeordnet werden.

Eine etablierte Differenzierung nach Sundstrom et al. (2000, S. 46 f.) unterscheidet zwischen sechs Typen von Arbeitsgruppen bzw. -teams: (1) „Production Groups", (2) „Service Groups", (3) „Management Teams", (4) „Project Groups", (5) „Action and Performing Groups" und (6) „Advisory Groups". Unter Projektgruppen verstehen Sundstrom et al. (2000) Arbeitsteams, die in der Regel cross-funktional besetzt sind und definierte, spezialisierte, zeitlich begrenzte Projekte ausführen. Als Projektteams können Entwicklungsteams entsprechend ihrer jeweiligen Konfiguration und organisatorischen Verankerung entweder in der Projekt- oder der Sekundärorganisation verortet sein (vgl. Schlick et al., 2018, S. 684 f.).

Wenngleich einzelne Forschergruppen den Versuch unternommen haben, die Begriffe „Team" und „Gruppe" anhand von charakteristischen Merkmalen zu differenzieren (siehe z. B. Salas et al., 2000, S. 341), werden die Begrifflichkeiten in dieser Arbeit in Anlehnung an Kozlowski und Bell (2003, S. 5) oder Mathieu et al. (2019, S. 12.1) sowie Schlick et al. (2018, S. 683) als Synonyme verstanden und verwendet. Gleiches gilt für die beiden Begriffe „Teamarbeit" und „Gruppenarbeit".

2.3.2 Bestehende Modellansätze in der Gruppen- und Teamforschung

Zahlreiche Forschende auf dem Gebiet der Gruppen- und Teamarbeit begründen ihre Forschungsmotivation auf der Erkenntnis, dass die Leistung eines Teams das Ergebnis des Zusammenspiels verschiedener Einflussgrößen und Faktoren ist (vgl. Högl & Gemünden, 2001, S. 435 ff.; Schlick et al., 2018, S. 699).

Zum Zwecke der Erforschung und Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für die Praxis haben sich in der Gruppen- und Teamforschung sogenannte Teameffektivitätsmodelle etabliert. Diese umfassen Modelle, die Zusammenhänge zwischen teambezogenen Größen, zumeist gegliedert nach **Input-, Prozess- und Outputgrößen**, beschreiben. Diese IPO-Struktur stellt den in der Gruppen- und Teamforschung (u. a. Gladstein, 1984, S. 502; McGrath, 1964, S. 69; Tannenbaum et al., 1992, S. 121) am häufigsten verwendeten Forschungsansatz dar (vgl. Räcke, 2020, S. 18 ff.). Angepasst an die jeweilige Forschungsfrage ermöglichen Adaptionen des IPO-Modells die Untersuchung von Wirkzusammenhängen zwischen verschiedenen Einflussfaktoren und der Effektivität von Gruppen bzw. Teams. Teameffektivitätsmodelle können als Kaskadenmodelle ohne Rückkopplung (z. B. als lediglich zweistufige Input-Output-Modelle (z. B. Campion et al., 1993) oder als dreistufige Input-Prozess-Output-Modelle (z. B. Gladstein, 1984; McGrath, 1964)) oder als Kaskadenmodelle mit Rückkopplung (z. B. Tannenbaum et al., 1992) dargestellt werden (siehe auch Kabel, 2001; Räcke, 2020, S. 19; Schlick et al., 2018, S. 694).

Input-Größen stellen vorgelagerte Einflussfaktoren dar, die die Teaminteraktion fördern oder hemmen. Beispielhafte Input-Größen können dabei individuelle Charakteristika einzelner Teammitglieder, teambezogene Faktoren oder kontextuelle Faktoren sein. Als **Prozessgrößen** werden verschiedene Faktoren herangezogen, welche die Teaminteraktion im Hinblick auf die Erfüllung der Teamaufgabe operationalisieren (vgl. Mathieu et al., 2019, S. 2). Högl definiert seine Prozessgröße zur Teamarbeit beispielsweise anhand des Ausmaßes an Kommunikation und Information, Aufgabenkoordination, gegenseitiger Unterstützung, Engagement, Kohäsion sowie Ausgewogenheit der Beiträge (Högl, 1998, S. 74). Die Prozessgröße erfüllt eine wichtige und zentrale Rolle in Teameffektivitätsmodellen, da sie die Transformation von Input-Größen in Output-Größen beschreibt (vgl. Mathieu et al., 2019, S. 2). **Output-Größen** umfassen Faktoren, welche das Ergebnis bzw. die Leistung des Teams beschreiben, sowie potenzielle weitere Nebenprodukte von Teamaktivitäten. Sie bilden damit die abhängigen Größen in Teameffektivitätsmodellen (vgl. Räcke, 2020, S. 19 f.). Als einschlägiger Ansatz hat sich eine Differenzierung zwischen wirtschaftlichen bzw. leistungsbezogenen Output-Größen (z. B. Effektivität oder Effizienz im Rahmen der Aufgabenbearbeitung) sowie psychosozialen Output-Größen (z. B. Zufriedenheit, Lernerfolg) durchgesetzt (vgl. Högl, 1998, S. 74; Räcke, 2020, S. 20).

Über die Zeit haben sich verschiedene Teameffektivitätsmodelle etabliert. Zu den bekanntesten zählen die Modelle von McGrath (1964), Gladstein (1984), Hackman (1987), Tannenbaum et al. (1992) sowie im deutschsprachigen Raum Högl (1998). Die Modelle variieren hinsichtlich ihres Betrachtungsumfangs, Detaillierungsgrads sowie des Anwendungs- und Untersuchungskontextes (vgl. auch Übersichten in Schlick et al. 2018, S. 694 ff. und Stranzenbach, 2018, S. 41). So finden Einflussfaktoren auf **Individualebene** beispielsweise Berücksichtigung bei McGrath (1964) (z. B. Fähigkeiten, Kenntnisse, Persönlichkeitsmerkmale) und bei Tannenbaum et al. (1992) (z. B. aufgabenbezogene Qualifikationen, allgemeine Fähigkeiten, Motivation, Einstellungen, Persönlichkeit, mentale Modelle). Variablen der **Teamstruktur** werden u. a. in den Modellen folgender Forschergruppen als Input-Größen berücksichtigt: McGrath (1964) (z. B. Zusammensetzung, Gruppengröße), Gladstein (1984) (z. B. Rollen, Führungsstruktur, Heterogenität, Betriebszugehörigkeit, Beschäftigungsdauer), Hackman (1987) (z. B. Zusammensetzung der Gruppe, Gruppennormen), Tannenbaum et al. (1992) (z. B. Machtverteilung, Homogenität, Arbeitsklima im Team) sowie Högl (1998) (z. B. soziale und methodische Kompetenz, Wissens- und Fähigkeitsstand). Input-Einflussfaktoren, die auf der **betrieblichen bzw. Unternehmensebene** verortet sind, werden u. a. in den Modellen von Gladstein (1984) (z. B. Kontrolle, Training), Hackman (1987) (z. B. Belohnungssystem, Ausbildungs- und Informationssystem) und Tannenbaum et al. (1992) (z. B. Kontrolle durch das Management, Betriebsklima, Ressourcenverfügbarkeit) aufgegriffen. Variablen, die die **Teamaufgabe** charakterisieren, finden sich als Einflussgrößen auf den Teamprozess in den Modellen von McGrath (1964) (z. B. Aufgabencharakteristik) und Tannenbaum et al. (1992) (z. B. Aufgabentyp, Aufgabenkomplexität) wieder. Tannenbaum et al. (1992) führen zudem die Größe der sogenannten **Teaminterventionen** (z. B. individuelles Training, Teamtraining, Teamentwicklung) ein, die als unabhängige Größe einen direkten Einfluss auf den Teamprozess ausübt. Die Gegenüberstellung der bekanntesten Teameffektivitätsmodelle bekräftigt damit die Erkenntnis, dass

Einflussfaktoren verschiedener organisationaler Betrachtungsebenen (u. a. Individuum, Team, Unternehmen) einen Effekt auf die Teameffektivität haben.

Ilgen et al. (2005, S. 517 ff.) sehen einen Weiterentwicklungsbedarf der IPO-Modellstruktur. Sie führen an, dass Teams das emergente Verhalten eines komplexen, dynamischen Systems aufweisen. Relationen zwischen Untersuchungsgrößen unterliegen einer Veränderlichkeit im Hinblick auf Zeit, Aufgaben und Kontexte und können damit nicht angemessen durch die statische IPO-Modellstruktur beschrieben werden. Um das dynamische Verhalten eines solchen Systems angemessener abzubilden, betonen sie die Bedeutung von mediierenden Mechanismen, die zwischen Inputgrößen und Outputgrößen eines Teammodells vermitteln, sowie von Rückführungsbeziehungen, die zwischen Outputgrößen und Inputgrößen bestehen. Die Autoren schlagen die Verwendung des Begriffs „mediierende Mechanismen“ (M) anstelle des Terminus „Prozessgröße“ vor und prägen damit die alternative Begrifflichkeit der IMO- respektive der IMOI-Modelle (siehe u. a. Ilgen et al., 2005, S. 517 ff. oder Mathieu et al., 2019, S. 3). Der IMO-Modellansatz beschreibt ein universelles Rahmenwerk für die Gruppen- und Teamforschung, welches zugleich die zeitlichen Dynamiken berücksichtigt. Mathieu et al. (2017, S. 452 ff.) sowie (2019, S. 3) entwickelten hierauf aufbauend ein Konzept (siehe Abbildung 8), das strukturelle Merkmale (A) und kompositorische Merkmale (B) als maßgebliche Input-Größen und mediierende Mechanismen (C) als zentrale Prozess- und emergente Zustandsfunktionen festlegen. Die beobachtete Zeitabhängigkeit und die Feststellung, dass relevante Team-Variablen in den Schnittmengen der Bereiche A, B und C liegen, begründen die Definition der Schnittstellenbereiche D, E und F. Mathieu et al. (2019, S. 3 f.) führen erläuternd an, dass Variablen, wie beispielsweise die Teambefähigung („Empowerment“), sowohl strukturelle Facetten (z. B. Verteilung von Autoritäten und Verantwortlichkeiten) als auch mediierende Facetten (z. B. Motivation und Sichtweise der Teammitglieder) beinhalten.

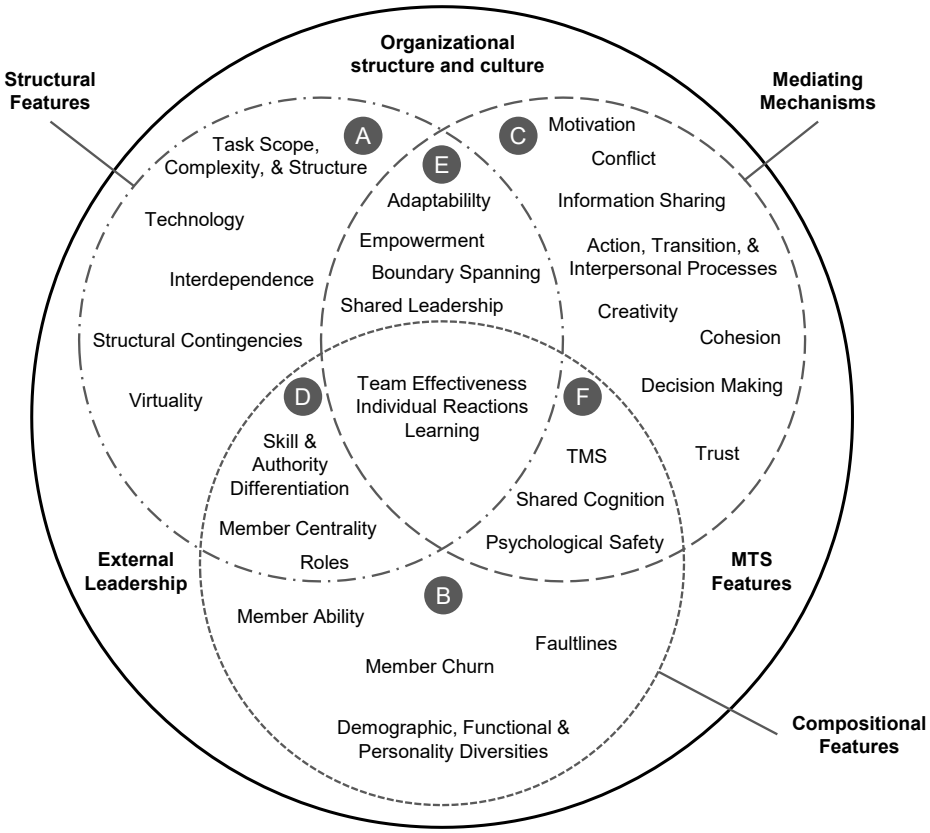


Abbildung 8: Strukturelle und kompositorische Teammerkmale sowie mediierende Mechanismen in der Teamforschung in Anlehnung an Mathieu et al. (2017, S. 456) und (2019, S. 3); ("Reproduced with permission from American Psychological Association. No further reproduction or distribution is permitted.").

Zahlreiche weitere Publikationen in der Teamforschung haben verschiedene Zusammenhänge zwischen einzelnen Einflussfaktoren und abhängigen Effektivitätsgrößen beleuchtet oder bestehende Publikationen meta-analytisch ausgewertet und verglichen. Eine Übersicht über einschlägige Studien in der Gruppen- und Teamforschung zwischen 1987 bis 2012 findet sich bei Kozlowski und Bell (2013, S. 415). Eine Zusammenstellung weiterer, seit 2012 entstandener Reviews und Meta-Studien ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Reviews und Meta-Analysen in der Teameffektivitätsforschung seit 2012 (vgl. Bell et al., 2017; Bell et al., 2018; Jong et al., 2016; Lacerenza et al., 2018; Marlow et al., 2018; Mathieu et al., 2019; Mathieu et al., 2014; Mathieu et al., 2017; Salas et al., 2018; Tannenbaum & Cerasoli, 2013).

Jahr	Autoren	Fokus
2014	Mathieu, Tannenbaum, Donsbach, Alliger	Literatur-Review über Teameffektivitätsmodelle; Ableitung von Anforderungen an ein dynamisches, zeitabhängiges Teameffektivitätsmodell
2016	De Jong, Dirks, Gillespie	Meta-Analyse über die Zusammenhänge zwischen Vertrauen und Teamperformance - Haupteffekte, Moderatoren und Kovariaten
2017	Mathieu, Hollenbeck, van Knippenberg, Ilgen	Meta-Analyse der Ergebnisse der letzten 100 Jahre Teamforschung
2017	Bell, Tannenbaum, Ford, Noe, Kraiger	Review über 100 Jahre „Training and Development" in der Teamforschung

Jahr	Autoren	Fokus
2018	Marlow, Lacerenza, Paoletti, Burke, Salas	Meta-Analyse über die moderierende Rolle von Teamkommunikation
2018	Bell, Brown, Colaneri, Outland	Literaturreview zur Teamzusammensetzung („ABC of teamwork“)
2018	Lacerenza, Marlow, Tannenbaum, Salas	Einfluss von Teamentwicklungs-Interventionen auf die Teameffektivität
2018	Salas, Reyes, McDaniel	Teamforschungsreview: Fortschritt, Reflexion und der Weg in die Zukunft
2019	Mathieu, Gallagher, Domingo, Klock	Meta-Analyse zur Teameffektivitätsforschung und Zusammenfassung von Gestaltungsempfehlungen

Neben einer Reflexion der bereits vorliegenden Forschungserkenntnisse zeigen die Literaturarbeiten auch zukünftige Forschungstendenzen und -bedarfe in der Teameffektivitätsforschung auf. Beispielsweise subsumieren Mathieu et al. (2019, S. 21), dass zukünftig unter anderem der Einbeziehung dynamischer Kontextfaktoren (z. B. der Teamumgebung), der Einnahme von Multi-Level-Perspektiven (z. B. bei Formen der virtuellen Zusammenarbeit) und der stärkeren Untersuchung von Teaminterventionsmaßnahmen (z. B. in einem zeitlichen Verlauf) eine besondere Relevanz zukommen wird. Bell et al. (2017, S. 315) kommen in ihrer Review-Studie zu dem Ergebnis, dass Trainings- und Entwicklungsmaßnahmen für Teams, u. a. im Kontext agiler Organisationen, in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden:

> „As organizations seek to become more agile, […] the focus is shifting toward more rapid development and deployment of training solutions, which means they no longer have the luxury of taking months to conduct a detailed needs assessment. Thus, research is needed to understand how to identify training needs more rapidly without sacrificing the quality of the information that is gathered.”

Salas et al. (2018, S. 599) hingegen sehen den Bedarf, die Teamforschung zukünftig noch praxisnäher und stärker auf die unterschiedlichen Anwendungskontext auszurichten, um theoretische, forschungsseitige Erkenntnisse zielgerichteter in praktische Gestaltungsempfehlungen übersetzen zu können. Hierfür sei es erforderlich, theoretische Modelle unmittelbar in dem untersuchten Anwendungsbereich empirisch zu evaluieren. Auch die Prüfung der Übertragbarkeit von Ergebnissen auf andere Anwendungsdomänen ist nach Salas et al. (2018, S. 599) ein wichtiger Schritt, um zukünftig ganzheitliche Perspektiven zu gewährleisten.

2.4 Zwischenfazit

Das zweite Kapitel hatte zum Ziel, die Grundlagen für die vorliegende Arbeit vorzustellen sowie eine Definition der einschlägigen Begrifflichkeiten vorzunehmen. Maßgeblich hierfür waren die im Einleitungskapitel der vorliegenden Forschungsarbeit eingeführten Themengebiete: die Technologieentwicklung, der Begriff der organisationalen Agilität sowie die Gruppen- und Teamforschung.

Einleitend wurde das Themenfeld der Technologieentwicklung fokussiert. Dazu erfolgte die zeitliche Einordnung der Technologieentwicklung innerhalb des Phasenmodells der Forschung und Entwicklung sowie eine Diskussion und Abgrenzung der Termini der Technologieentwicklung im engeren Sinne (i. e. S.) und der Technologieentwicklung im weiteren Sinne

(i. w. S.). Ferner wurde die Technologieentwicklung (i. e. S.) von den Phasen der Grundlagenforschung, der Vorentwicklung, der Produkt- und Prozessentwicklung sowie der Produktions- und Markteinführung abgegrenzt. Das erweitere Technologieentwicklungsverständnis wurde für den weiteren Verlauf der Arbeit als Verständnis von Technologieentwicklung festgelegt. Anschließend erfolgte eine definitorische Annäherung des Technologiebegriffs und die Vorstellung ausgewählter Technologieklassifizierungsansätze. Darauf aufbauend wurden die Begriffe „Technologieentwicklung“, „Technologieentwicklungsprozess“ und „Technologieentwicklungsprojekt“ anhand charakteristischer Merkmale für die vorliegende Arbeit definiert. Den Abschluss des ersten Teilkapitels bildete die Beschreibung der Rahmenbedingungen, denen die Entwicklung neuer Technologien unterliegt.

Das zweite Teilkapitel widmete sich in analoger Weise dem Themengebiet der organisationalen Agilität, um den bisherigen Stand der Forschung im Themengebiet darzulegen. Zunächst wurde der Begriff „Agilität“ betrachtet. Die zeitliche Entwicklung offenbarte dabei verschiedene Ursprünge und Prägungen des Begriffsverständnisses. Insbesondere prägen Definitionsansätze aus dem Kontext der Produktion sowie der Softwareentwicklung das Begriffsverständnis. Aufbauend auf den Leitsätzen und Prinzipien des 2001 verfassten Agilen Manifests wurden häufig zitierte Definitionen und Auslegungen des Agilitätsbegriffs präsentiert. Überleitend zur Begrifflichkeit der organisationalen Agilität erfolgte anschließend die Vorstellung verschiedener Definitionen, die Agilität anhand organisationaler Charakteristika operationalisiert haben. Für den weiteren Verlauf der Arbeit konnte festgestellt werden, dass für eine ganzheitliche Operationalisierung des Begriffs alle organisationalen Ebenen berücksichtigt werden müssen (Individuum, Team, Unternehmen).

Im dritten Teilkapitel wurden die relevanten Begrifflichkeiten und Grundlagen der Gruppen- und Teamforschung dargelegt. Zunächst erfolgte eine Begriffsbestimmung der in der vorliegenden Arbeit synonym verwendeten Terminologien *Gruppe* und *Team*. Hierzu wurden auch einschlägige Charakteristika von Gruppen- bzw. Teamarbeit zusammengetragen. Anschließend folgte eine kurze Einführung in die letzten Entwicklungen im Forschungsgebiet der Gruppen- und Teamforschung. Hierbei standen insbesondere die in dieser Forschungsdisziplin relevanten Teameffektivitätsmodelle mit den darin betrachteten Input-, Prozess- und Output-Variablen im Fokus.

Neben den dargelegten Grundlagen und Begriffsbestimmungen können als Ergebnis des vorliegenden Kapitels auch zentrale Erkenntnisse und Motivationen für die weiteren Studien in dieser Arbeit festgehalten werden:

- Die Entwicklung von neuen Technologien unterliegt einschlägigen Herausforderungen. Sie inkludiert die Phasen der Grundlagenforschung (anteilig), Technologieentwicklung i.e.S. und Vorentwicklung. Es müssen bereits während der Entwicklung vielfältige Unsicherheitsfaktoren beherrscht und spätere Anwendungs- und Nutzungskontexte berücksichtigt werden.
- Die Definitionen von organisationaler Agilität variieren hinsichtlich der jeweiligen organisationalen Bezugsebene. Die zusammengetragenen Charakteristika beziehen sich

quellenübergreifend sowohl auf Individual-, Team- als auch auf Unternehmensaspekte. Keine der dargestellten Definitionen betrachtet ganzheitlich alle Ebenen. Für die im Folgenden angestrebte integrative Modellbildung sollte dies sichergestellt werden.

- In neueren Reviews zur Gruppen- und Teamforschung wird zukünftiger Forschungsbedarf u. a. in der Einbeziehung dynamischer Kontextfaktoren (z. B. der Teamumgebung) sowie in der empirischen Untersuchung theoretischer Erklärungsmodelle in spezifischen Anwendungskontexten gesehen, mit dem Ziel, konkrete Gestaltungsempfehlungen für die Praxis ableiten zu können. Im Weiteren soll dieser Forschungsbedarf in Bezug auf den Anwendungsbereich „Technologieentwicklung“ adressiert werden.
- Da Projektteams in der Entwicklungsarbeit eine verbreitete Organisationsform darstellen, bietet es sich an, Erkenntnisse über grundlegende Zusammenhänge aus der Teamforschung aufzugreifen. Letztlich muss sich ein geeignetes organisationales Agilitätskonzept in der Performance eines Technologieentwicklungsteams niederschlagen respektive sich an dieser „messen“ lassen. In empirischen Studien zur Teamperformance hat sich die IPO-Modellstruktur als Untersuchungsrahmen etabliert. In der einschlägigen Literatur werden zahlreiche Input-Größen benannt, die sich allen drei organisationalen Ebenen zuordnen lassen, wobei auf der Teamebene zwei Dimensionen unterschieden werden – die Teamstrukturdimension und die Teamprozessdimension. Ein spezifisches, empirisch evaluiertes Modell zur Erklärung der Zusammenarbeitsqualität von Technologieentwicklungsteams, in welchem auch Aspekte der Agilität Berücksichtigung finden, konnte nicht gefunden werden. Im Rahmen der noch durchzuführenden Modellentwicklung und -evaluation kann die klassische IPO-Struktur aufgegriffen werden. Zu klären bleibt allerdings nach wie vor, welche Einflussfaktoren im Hinblick auf die organisationale Agilität im Modell berücksichtigt werden müssen und anhand welcher Indikatoren die relevanten Input-, Prozess- und Output-Größen gemessen werden können und sollten.

3 Systematische Literaturanalyse von Modellen zu organisationaler Agilität

Eine weitere wichtige Vorarbeit für die Entwicklung eines Modells zur Erklärung des Einflusses organisationaler Agilität auf die Teamarbeit in Technologieentwicklungsteams besteht darin, bereits existierende modellbasierte Ansätze aus der Wissenschaft zur Beschreibung und Erhebung organisationaler Agilität zu identifizieren und hinsichtlich ihrer Verwertbarkeit zu analysieren (**Forschungsfrage F2**). Die zur Beantwortung der Forschungsfrage systematisch durchgeführte Literaturrecherche und -analyse (**Studie 2**) wird nachfolgend dargelegt. Zum besseren Verständnis werden das bei der Analyse zugrunde gelegte Modellverständnis und die daraus abgeleiteten Kriterien vorangestellt. In einem Zwischenfazit werden die Ergebnisse zusammengefasst, diskutiert und Forschungsdefizite aufgezeigt.

3.1 Modellverständnis und -begriff

Zunächst erfolgt eine kurze Einführung in die Modelltheorie. Die allgemeine Modelltheorie wurde wesentlich durch die Ausführungen von Stachowiak (1973) geprägt. Sein entwickelter Ansatz hat in der Wissenschaft eine domänenübergreifende Anwendung erfahren. Ein Modell beschreibt demnach ein Abbild, ein Vorbild oder eine Repräsentation eines bestimmten Originals bzw. der betrachteten Wirklichkeit (Stachowiak, 1973, S. 128 ff.). Modelle werden zur Darstellung, Analyse und Interpretation von Zusammenhängen und komplexen Abläufen eingesetzt. Hierdurch besitzen sie insbesondere im Kontext der Konstruktion und Entwicklung eine hohe Relevanz (vgl. Meboldt, 2008, S. 101). Kennzeichnend für Modelle ist laut Ebel (2015, S. 11 ff.), aufbauend auf den Ausführungen von Stachowiak, dass sie stets eine Verbindung zum „menschlichen Subjekt“ besitzen, welches durch die Modellbildung Erkenntnisse zu einem bestimmten Zweck erlangen möchte. Cleff (2015, S.11 f.) definiert verschiedene Modelltypen, die hinsichtlich ihres Einsatzzwecks in der empirischen Forschung differenziert werden können: Ein **Beschreibungsmodell** dient dazu, die Realität, zunächst ohne die Abbildung von Wirkzusammenhängen im realen System, darzustellen. Mithilfe eines **Erklärungsmodells** können auf empirischer Datenbasis „Gesetzmäßigkeiten innerhalb des betrieblichen Geschehens“, welche zunächst als theoretische (hypothetische) Annahmen formuliert wurden, offengelegt werden (Cleff, 2015, S. 12). Beinhaltet das Erklärungsmodell Aussagen über Relationen, die auf die Zukunft ausgerichtet sind, spricht man von Prognosemodellen. Ein **Entscheidungsmodell** bzw. Optimierungsmodell dient der Ableitung von Handlungsmaßnahmen auf Basis von – in der Regel – mathematischen Zielfunktionen und deren Optimierung. **Simulationsmodelle** werden dazu genutzt, Abläufe und Vorgänge rechnergestützt auf Basis von stochastischen Einflussvariablen nachzuspielen (Cleff, 2015, S. 11 f.). Als wesentliche Eigenschaften eines Modells definiert Stachowiak (1973) drei zentrale Merkmale:

- **Abbildungsmerkmal:** „Modelle sind stets Modelle von etwas, nämlich Abbildungen, Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modelle sein können“ (Stachowiak, 1973, S. 131). Modelle beschreiben vereinfachte Abbildungen von bestehenden Sachverhalten (Originalen) (Braun, 2014, S. 26).

- **Verkürzungsmerkmal:** „Modelle erfassen im Allgemeinen nicht alle Attribute des durch sie repräsentierten Originals, sondern nur solche, die den jeweiligen Modellerschaffern und/oder Modellbenutzern relevant erscheinen“ (Stachowiak, 1973, S. 132). Modelle reduzieren den Umfang des dargestellten Originals auf diejenigen Elemente, die im Modellrahmen betrachtet werden sollen (Ebel, 2015, S. 11 ff.).
- **Pragmatisches Merkmal:** „Modelle sind ihren Originalen nicht per se eindeutig zugeordnet. Sie erfüllen ihre Ersetzungsfunktion für bestimmte – erkennende und/oder handelnde, modellbenutzende – Subjekte, innerhalb bestimmter Zeitintervalle und unter Einschränkung auf bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen“ (Stachowiak, 1973, S. 132 f.). Die Modellbedeutung ist abhängig vom Modellanwendenden, dem zeitlichen Bezug sowie dem Anwendungszweck (Braun, 2014, S. 26).

3.2 Kriterien zur Systematisierung bestehender Modelle

Die Modellmerkmale nach Stachowiak (1973) und die Modelltypen nach Cleff (2015) werden im Zuge der systematischen Literaturanalyse nachfolgend aufgegriffen, um Kriterien für die anschließende systematische Literaturanalyse festzulegen.

Das **Abbildungsmerkmal** legt fest, welcher reale Sachverhalt in dem Modell dargestellt und untersucht werden soll. Entsprechend der Forschungsfragen dieser Arbeit wurde als Abbildungsmerkmal die **organisationale Agilität in Technologieentwicklungsprojekten** festgelegt. Um die Suche existierender Modelle hierzu zunächst etwas zu erweitern, werden auch modellbasierte Betrachtungen aus angrenzenden Untersuchungskontexten (z. B. Produktion) einbezogen.

Ferner sollten im Rahmen der Agilitätsbetrachtung sämtliche organisationale Ebenen, die einen Einfluss auf die Zusammenarbeit des Projektteams haben können, berücksichtigt werden. Für die Wahl der Ebenen kann auf die Ergebnisse der Literaturanalyse in Kapitel 2.2.2 zurückgegriffen werden. Hier wurde festgestellt, dass die Individual-, Team- und Unternehmensebene für eine ganzheitliche Betrachtung von organisationaler Agilität Berücksichtigung finden sollten. Zwecks besserer Differenzierung von prozessualen und strukturellen Aspekten auf Teamebene bietet es sich ferner an, zwischen Teamstruktur und Teamprozess zu unterscheiden. Als **Verkürzungsmerkmal** wurde definiert, dass das Modell die **Auswirkungen organisationaler Agilität auf die Zusammenarbeit von Technologieentwicklungsteams und den Projekterfolg** erfassen soll.

Für eine arbeitswissenschaftliche Evaluation der Auswirkungen von organisationaler Agilität bedurfte es ferner einer passenden Modellwahl im Sinne der Klassifikation nach Cleff (2015). Hierzu fiel die Wahl auf den Typ des **Erklärungsmodells**, da dieses die Ableitung von Aussagen zu empirisch belegten Zusammenhängen zwischen Untersuchungsgrößen ermöglicht und damit als Grundlage für das übergeordnete Ziel, einer späteren, fundierten Arbeitsgestaltung, dient. Als **pragmatisches Merkmal** wurde festgelegt, dass das Modell nach Möglichkeit **empirisch evaluierte Wirkzusammenhänge zur Ableitung von Handlungs- bzw. Gestaltungsempfehlungen** beinhalten soll.

3.3 Forschungsmethode

Ziel der Literaturanalyse war es, eine umfassende Übersicht über existierende Erklärungsmodelle im Untersuchungskontext zu erstellen. Das Vorgehen zur Identifizierung relevanter Publikationen erfolgte in Anlehnung an die Vorgehensmodelle von Moher et al. (2009, S. 3) sowie Fink (2014, S. 4). Diese liefern definierte Schritte, die im Rahmen von Literaturreviews zu durchlaufen sind. Das Vorgehen zur systematischen Literaturrecherche in dieser Arbeit ist in Abbildung 9 dargestellt.

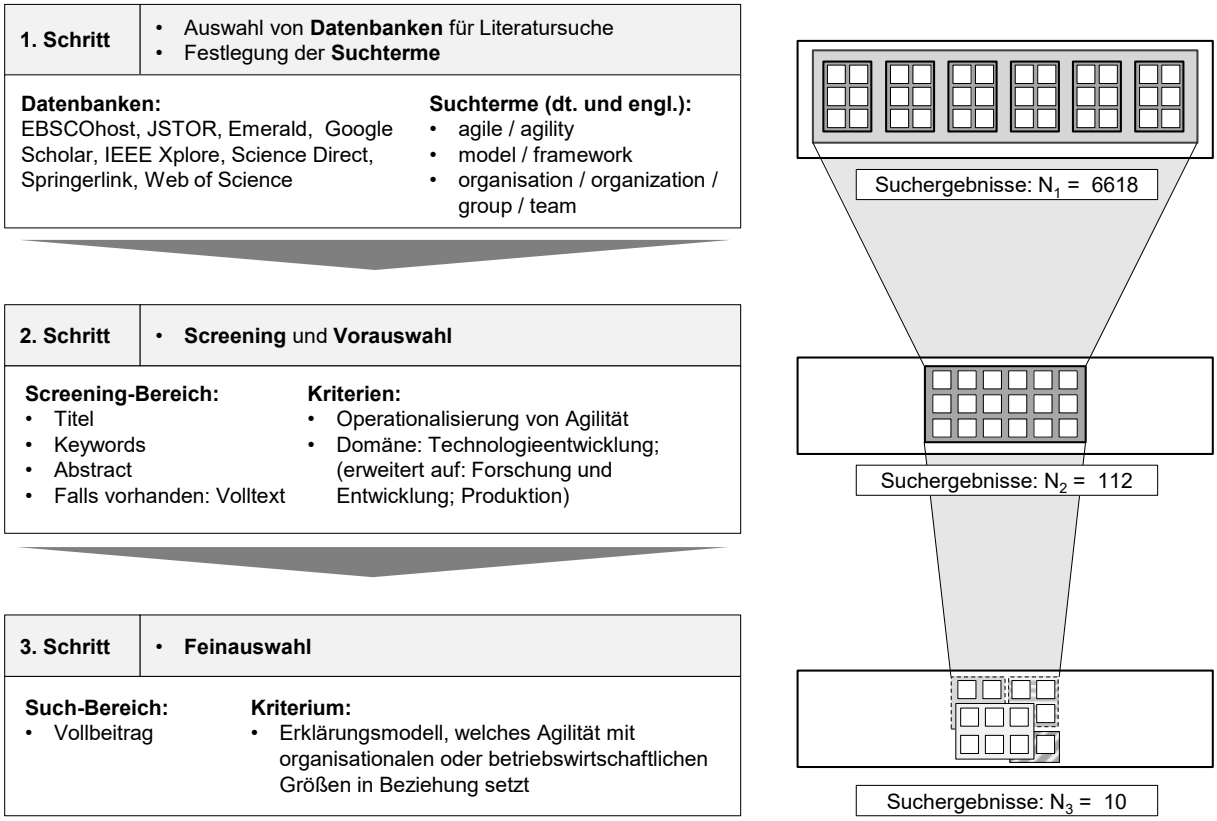


Abbildung 9: Vorgehen zur systematischen Literaturrecherche.

Im ersten Schritt der systematischen Literaturrecherche wurden zunächst die für die Literatursuche in Betracht kommenden **Datenbanken** festgelegt. Die Auswahl der Datenbanken erfolgte unter Berücksichtigung der Anforderung, dass ingenieurwissenschaftliche Themenfelder in der Datenbank umfassend vertreten sein sollten. Für die Literatursuche wurden folgende Datenbanken verwendet: *EBSCOhost*, *JSTOR*, *Emerald*, *Google Scholar*, *IEEE Xplore*, *ScienceDirect*, *SpringerLink* und *Web of Science*.

Weiterhin erfolgte im ersten Schritt die Festlegung der **Suchterme**. Diese bilden sich aus Wörtern und Phrasen, die in einschlägigen Publikationen im Zusammenhang mit dem Suchobjekt verwendet werden und zudem die eingangs formulierten Forschungsfragen adressieren (Fink, 2014, S. 3). Wahl, Formulierung und logische Verknüpfung der Suchterme bestimmen dabei ganz wesentlich den Sucherfolg. Vorliegend setzten sich die Suchterme aus Permutationen verschiedener Begriffsalternativen zusammen. Im Fokus der Suche standen dabei Publikatio-

nen, die *Agilität* in einem *organisationalen Verständnis* (im besten Fall mit Teambezug) thematisieren und dabei *modellbasiert* beschreiben. Aus diesem Grund setzten sich die Suchterminologien aus Verknüpfungen jeweils eines Begriffes aus den drei Gruppen *agile* /*agility, model* / *framework* sowie *organisation* / *organization* / *group* / *team* zusammen. Um deutschsprachige Publikationen ebenfalls in die Suche einzubeziehen, wurden die Suchbegriffe auch in ihrer jeweiligen deutschen Übersetzung (*Agil* / *Agilität, Modell* / *Gestaltungsrahmen, Organisation* / *Gruppe* / *Team*) genutzt. Für die Eingabe in die Suchmaske der Datenbanken wurden die Suchbegriffe mittels logischer Operationen (AND, OR, NOT) verknüpft. Die Datenbanken verfügen hierbei jeweils über individuelle Vorgaben zur Formulierung und Verknüpfung der Suchterminologien mit logischen Operatoren, wodurch jeweils eine datenbankspezifische Anpassung erforderlich wurde. Eine Übersicht über die datenbankspezifischen Suchterme zeigt Tabelle 28. Weiterhin bieten einige Datenbanken die zusätzliche Funktion eines sogenannten NEAR-Operators, welcher in Verbindung mit einer zugewiesenen Zahl (z. B. NEAR/10) festlegt, in welchem Abstand sich zwei Suchbegriffe maximal befinden dürfen. Der NEAR-Operator wurde, sofern verfügbar, angewendet. Als Ergebnis des ersten Suchvorgangs konnten datenbankübergreifend 6618 relevante Einträge identifiziert werden (siehe Tabelle 29).

Der zweite Schritt der systematischen Literaturrecherche beinhaltete ein **Screening** der identifizierten Einträge in Verbindung mit einer anschließenden Vorauswahl relevanter Publikationen (vgl. Moher et al., 2009). Für das Screening wurden Titel, Keywords und Abstracts der Publikationen betrachtet. Falls zu einem Eintrag ein Volltext vorhanden war, wurde dieser ebenfalls in die Betrachtung einbezogen. Der Fokus des Screenings lag entsprechend des formulierten **Abbildungsmerkmals** darauf, Publikationen herauszufiltern, in denen ein organisationales Agilitätsverständnis im Kontext der Technologieentwicklung präsentiert wurde. Da sich im Zuge erster Datenbankabfragen die Beschränkung auf die Technologieentwicklung als zu restriktiv erwiesen hat, wurde die Suche auf die technischen Domänen Produktion sowie Forschung und Entwicklung ausgeweitet. Wurde eine Publikation als relevant erachtet, wurde sie im Sinne einer **Vorauswahl** mit allen relevanten Basisparametern in einer Liste notiert. Das Ergebnis der Vorauswahl nach Entfernen aller Doppelungen bildeten insgesamt 112 Publikationen.

Der dritte Schritt konzentrierte sich auf die **Feinauswahl** der als Ergebnis des zweiten Schritts identifizierten Publikationen. Hierfür wurden die Volltexte der Publikationen betrachtet. Ziel der Untersuchung war, diejenigen Beiträge herauszufiltern, in denen eine modellartige Struktur enthalten ist. Das eingangs formulierte **pragmatische Merkmal** grenzte die Suche dabei auf Erklärungsmodelle entsprechend der Klassifizierung nach Cleff (2015) ein. Allerdings wurden zunächst auch alternative modellartige Strukturen berücksichtigt, sofern sie (hypothetische) Zusammenhänge und Auswirkungen von (organisationaler) Agilität auf betriebliche Zielgrößen oder kooperative Arbeitsformen beinhalteten und damit das eingangs formulierte **Verkürzungsmerkmal** erfüllten. Als Ergebnis der Feinauswahl konnten insgesamt zehn Modelle herausgearbeitet werden.

3.4 Ergebnisdarstellung

Nachfolgend werden diese zehn Modelle in der Reihenfolge ihres Erscheinens vorgestellt und im Hinblick auf die formulierten Kriterien zur Modellsystematisierung kritisch gewürdigt.

3.4.1 Modell von Sharifi und Zhang (1999)

Sharifi und Zhang (1999) entwickeln einen methodischen Ansatz, der produzierende Unternehmen bei der Erreichung von Agilität unterstützen soll. Als Motivation für ihre Forschungsarbeit führen sie den Umstand an, dass sich Unternehmen verstärkt mit einem dynamischen Wettbewerb sowie mit sich verändernden Marktumfeldern und Kundenanforderungen konfrontiert sehen. Um dieser Herausforderung zu begegnen, müssen Unternehmen zunehmend anpassungsfähiger sowie proaktiver sein, insbesondere in Bezug auf marktwirtschaftliche Veränderungen und Anforderungen. Eine agile Organisation zeichnet sich ihren Ausführungen zufolge über zwei Facetten aus: Sie reagiert auf antizipierte oder unerwartete Veränderungen schnell und auf richtige Weise und sie profitiert von diesen Veränderungen, indem sie einen eigenen Vorteil daraus ziehen kann bzw. die Veränderung als Chance betrachtet. Aufbauend auf einer eingehenden Literaturstudie führen die Autoren eine Interviewstudie und eine Fragebogenstudie mit Industrieakteuren durch. Aus diesen Ergebnissen leiten sie eine initiale Struktur für ihr konzeptionelles Modell ab. Das konzeptionelle Modell besteht im Wesentlichen aus drei Modellgrößen: „Agility Drivers“, „Agility Capabilities“ und „Agility Providers“ (Sharifi & Zhang, 1999, S. 11). Erstgenannte beschreiben die oben ausgeführten treibenden Faktoren, die Unternehmen zur Anpassung ihrer organisationalen Strukturen drängen. Die Autoren differenzieren drei Stadien, in denen sich die Unternehmen befinden: zunächst der Bedarf, sich agiler auszurichten, anschließend die (strategische) Intention, agiler zu werden und zuletzt das Festlegen einer Agilitätsstrategie. Die zweite Modellgröße „Agility Capabilities“ vereint relevante Fähigkeiten, über die sich die Agilität eines Unternehmens ausdrückt. Hierzu zählen die Fähigkeit, Veränderungen zu erkennen und darauf schnell zu reagieren („Responsiveness“), die Kompetenz für eine produktive, effiziente und effektive Arbeitsweise („Competency“), die Fähigkeit, mit den gleichen Ressourcen flexibel verschiedene betriebliche Ziele erreichen zu können („Flexibility“) und die Fähigkeit, Aufgaben in der kürzest möglichen Zeit auszuführen („Speed“). Die dritte Modellgröße „Agility Providers“ beschreibt die Mittel bzw. Maßnahmen, mit Hilfe derer die „Agility Capabilities“ erreicht werden können. Zudem führen die Autoren vier betriebliche Bereiche ein, die für eine agile Transformation betrachtet werden: Organisation, Technologie, Personen und Innovation. Die Autoren überführen den konzeptionellen Modellrahmen anschließend in einen Fragebogen, der es Unternehmen ermöglichen soll, eine eigene Agilitätsbewertung inklusive Agilitätsbedarfsermittlung vorzunehmen. Abhängig vom ermittelten Bedarf („Agility Need“) wird die Anwendung agiler Praktiken empfohlen.

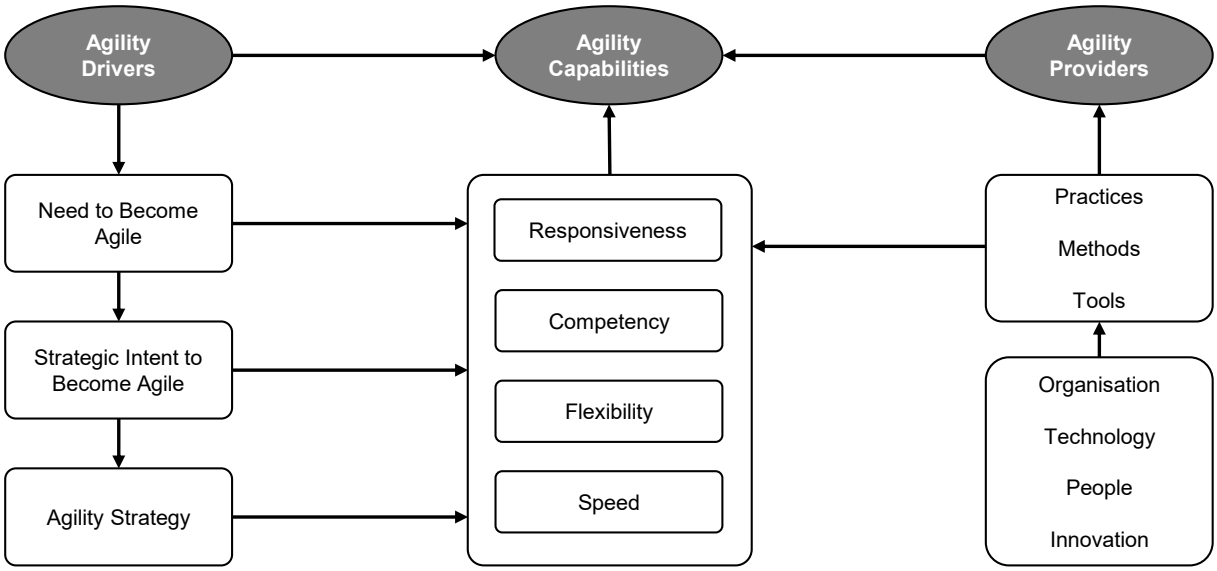


Abbildung 10: Modell nach Sharifi und Zhang (1999, S.11); ("Reprinted with permission from Elsevier; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.").

Kritische Würdigung

Das Modell von Sharifi und Zhang (1999) ist entlang von drei Untersuchungsgrößen strukturiert, die miteinander in Beziehung gesetzt sind. Die Zusammenhänge zwischen den Untersuchungsgrößen sind in der Modelldarstellung jedoch nicht weiter spezifiziert. Die Autoren nutzen das konzeptionelle Modell, um im Anschluss einen Fragebogen zur eigenen betrieblichen Agilitätsbewertung zu erstellen. Eine empirische Überprüfung des konzeptionellen Modellrahmens bzw. der postulierten Zusammenhänge der Untersuchungsgrößen wird nicht vorgenommen. Zudem richtet sich der Modellfokus auf eine agile Unternehmensorganisation und stellt demnach keinen Bezug zur agilen Teamarbeit und -organisation her.

3.4.2 Modell von Crocitto und Youssef (2003)

Crocitto und Youssef (2003, S. 388 ff.) liefern in ihrem Modell einen konzeptionellen Ansatz zur Beschreibung von organisationaler Agilität im Kontext der Produktion und gehen dabei auf die Beziehung zwischen Agilität, Organisation, Technik und Individuum ein. Sie nehmen damit eine sozio-technische Perspektive ein und führen an, dass organisationale Agilität durch die Integration von organisationalen Prozessen und Charakteristika sowie Personen im Zusammenspiel mit Technik entsteht. Insgesamt gliedert sich das Modell von Crocitto und Youssef (2003) in verschiedene Ebenen, welche sich gegenseitig beeinflussen. Die Erfolgsfaktoren „Quality", „Speed" und „Cost" stehen nicht nur miteinander, sondern darüber hinaus mit der organisationalen Agilität sowie der „Manufacturing Agility" in Wechselbeziehung. Letztere steht wiederum in Wechselwirkung mit den Faktoren „Responsiveness" und „Flexibility". Das konzipierte Modell unterstreicht die Relevanz der Menschen, um erfolgreich Agilität in der Organisation zu erreichen. Die Personengruppen „Customer", „Organisational Members" und „Suppliers" arbeiten über geeignete Informationstechnologien zusammen. Zusammen mit den drei Personengruppen bilden die Größen „Leadership", „Organizational Culture" und „Employee Reward System" das Fundament des Modells. Über die drei letztgenannten Größen wird eine

Beziehung zwischen den Personen und der Technologie hergestellt. Diese Beziehung ist derart gestaltet, dass Personen u. a. in Entscheidungsfindungen und Kreativprozesse einbezogen und ihnen Aufstiegsmöglichkeiten, Trainings- und Weiterbildungen zu neuen Technologien sowie Anreizsysteme angeboten werden. Diese organisationalen Strukturen sind nach Ausführungen der Autor*innen wichtige Treiber für organisationale Agilität. In einem abschließenden Fazit halten die Autor*innen es als zentrale Aufgabe des Managements fest, eine Führungskultur in der Organisation zu schaffen, die Innovationsfähigkeit, Informationsdurchlässigkeit und Teamwork unterstützt.

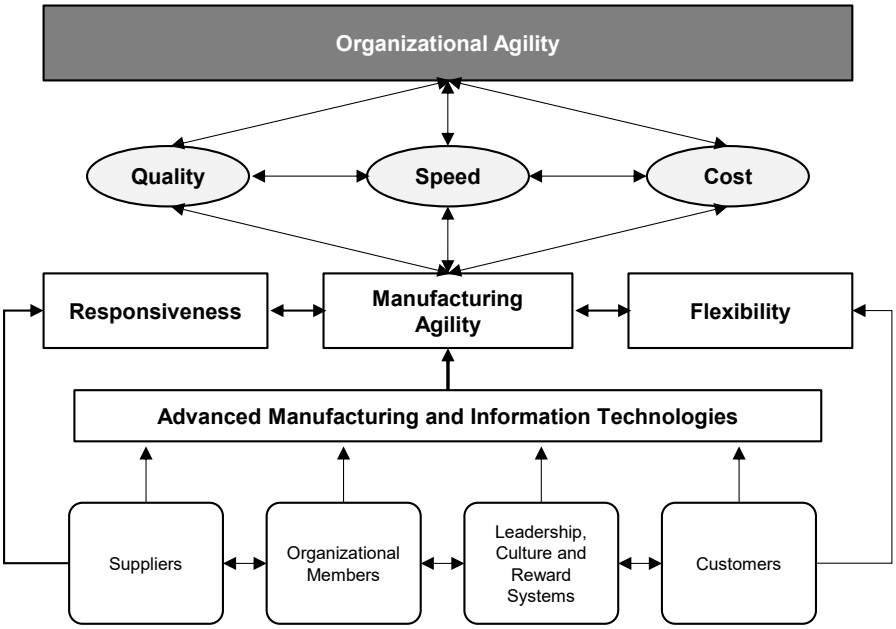


Abbildung 11: Modell von Crocitto und Youssef (2003); ("Used with permission of Emerald Publishing Limited; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.")**.**

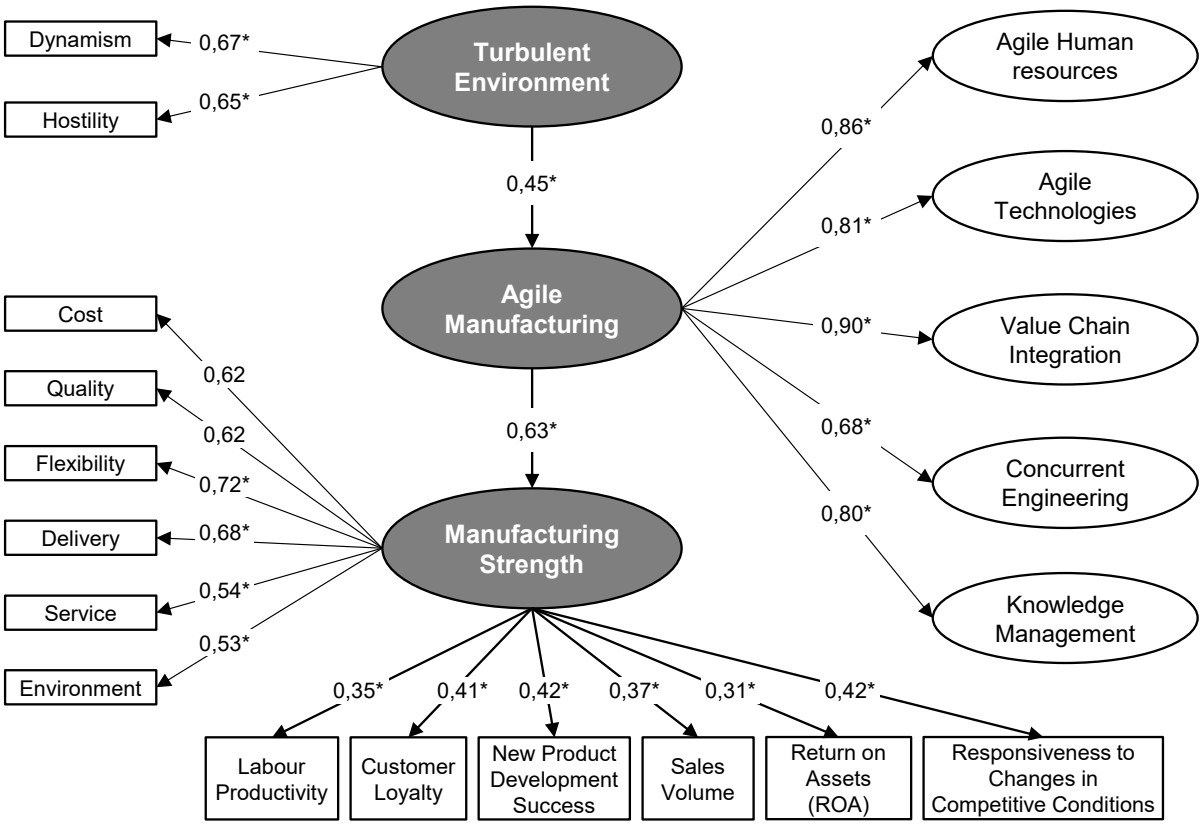
Kritische Würdigung

Insgesamt liefert der Ansatz von Crocitto und Youssef (2003) ein erstes, ganzheitliches Rahmenwerk, wie organisationale Agilität in einem produzierenden Unternehmen erreicht werden kann. Hierzu beschreiben die Autor*innen ein sozio-technisches Modell, welches Faktoren aus den Domänen Organisation, Technik und Personen miteinander verknüpft. Die Herleitung des Modells erfolgt auf Basis theoretischer, literaturbezogener Überlegungen. Die Autor*innen verbinden die Modellentwicklung mit der Ableitung und Erläuterung praktischer Handlungsempfehlungen für das Management. Ein Bezug zur Teamarbeit oder zu den komplexen Rahmenbedingungen in Technologieentwicklungsprojekten wird nicht hergestellt. Darüber hinaus mangelt es dem Modell an einer empirischen Evaluation.

3.4.3 Modell von Vazquez-Bustelo, Avella und Fernandez (2007)

Vazquez-Bustelo et al. (2007) rücken in ihrem Modell das Konstrukt des „Agile Manufacturing" in den Untersuchungsfokus, indem sie ein produktionsspezifisches Verständnis von Agilität für Unternehmen unterschiedlicher Industrien entwickeln. Als „Agile Manufacturing" verstehen sie

dabei die bedeutende Fähigkeit eines Unternehmens, Innovationsfähigkeit in Produktions-, Informations- und Kommunikationstechnologien mit organisationaler Anpassungsfähigkeit und neuen Marktstrategien zu verbinden (Vázquez-Bustelo et al., 2007, S. 1304). Auf Basis einer Literaturanalyse sowie Fallstudien erstellen sie ein konzeptionelles Modell, welches die Turbulenzen im Unternehmensumfeld („Turbulent Environment“) mit der agilen Produktion („Agile Manufacturing“) und der Produktivität („Manufacturing Strength“) als Output-Größe in Beziehung setzt. Das Konstrukt „Agile Manufacturing“ setzt sich aus den Sub-Konstrukten „Agile Human Resources“, „Agile Technologies“, „Agile Value Chain Integration“, „Concurrent Engineering“ und „Knowledge Management“ zusammen. Jedes der Sub-Konstrukte ist dabei über verschiedene organisationale Faktoren operationalisiert. Die Messung der Output-Größe „Manufacturing Strength“ erfolgt auf Basis der Items Kosten, Qualität, Flexibilität, Pünktlichkeit, Service und Umwelt. Als weitere abhängige Outcome-Variablen beinhaltet das Modell zudem einzelne Single-Item-Konstrukte, wie beispielsweise „Labour Productivity“ oder „Customer Loyalty“. Zur empirischen Evaluierung des Strukturgleichungsmodells erfolgte eine quantitative Erhebung mittels Fragebogenstudie. Die Stichprobe umfasste 283 gültige Antwortbögen aus 274 unterschiedlichen Unternehmen in Spanien. Die Teilnehmer*innen hatten hauptsächlich verantwortungsvolle Positionen im Produktionsbereich inne. Die Ergebnisse zeigen u. a. einen positiven und signifikanten direkten Zusammenhang zwischen den Größen „Turbulent Environment“ und „Agile Manufacturing“ sowie zwischen „Agile Manufacturing“ und „Manufacturing Strength“ (Vázquez-Bustelo et al., 2007, S. 1320).



(*) 99% significant estimates

Abbildung 12: Modell von Vazquez-Bustelo, Avella und Fernandez (2007); (“Used with permission of Emerald Publishing Limited; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.”)**.**

Kritische Würdigung

Vazquez-Bustelo et al. (2007) beschreiben ein umfangreiches Untersuchungsmodell, das zahlreiche betriebliche und organisationale Faktoren in Beziehung setzt. Der Fokus des Modells richtet sich dabei insbesondere auf die Größe „Agile Manufacturing“. Die postulierten Zusammenhänge zwischen den Untersuchungsgrößen wurden zudem einer empirischen Evaluation unterzogen. Insgesamt beziehen sich die Untersuchungsgrößen vor allem auf gesamtbetriebliche Strukturen und Prozesse bei der Operationalisierung von Agilität. Team- und Individualbezogene Aspekte werden nur am Rande berücksichtigt. Zudem legen die Autor*innen mit dem zentralen Konstrukt „Agile Manufacturing“ den Fokus auf den betrieblichen Anwendungsbereich der Fertigung bzw. Produktion.

3.4.4 Modell von Chow und Cao (2008)

Einen Untersuchungsansatz für den Anwendungsbereich der Softwareentwicklung liefert das Modell von Chow und Cao (2008, S. 962 ff.). Im Rahmen eines Multi-Method-Ansatzes identifizieren die Autoren zunächst eine Liste von kritischen Erfolgsfaktoren agiler Softwareentwicklungsprojekte und verdichten diese anschließend zu 12 potenziellen Faktoren, inhaltlich aufgeteilt auf fünf Dimensionen (Organisation, Personen, Prozess, Technik und Projekt). Zu den agilen Erfolgsfaktoren zählen u. a. ein starkes Management-Commitment, eine agilitätsfreundliche Organisations- sowie Projektteamumgebung, eine intensive Kundeneinbindung, ein hochgradig kompetentes und leistungsfähiges Projektteam oder ein dynamisch getakteter Projektplan. Die Operationalisierung der abhängigen Variable, hier des wahrgenommenen Projekterfolgs eines agilen Softwareentwicklungsprojekts, erfolgt unter Bezugnahme auf die Erfolgsattribute Qualität, Umfang, Pünktlichkeit und Kosten. Insgesamt besteht der Studienaufbau aus 48 zu prüfenden Hypothesen, die sich auf die direkten Zusammenhänge zwischen den 12 kritischen Erfolgsfaktoren und den vier Output-Sub-Konstrukten beziehen. Die Ergebnisse einer Befragung von 408 in agilen Entwicklungsprojekten erfahrenen Entwickler*innen bestätigen 10 aus 48 postulierten Hypothesen. Unter anderem bestätigt die Studie, dass eine geeignete Strategie zur regelmäßigen Bereitstellung von (Teil)-Entwicklungsergebnissen („Delivery Strategy“) als Prädiktor für die Projekterfolgsgrößen Umfang, Pünktlichkeit und Kosten angenommen werden kann. In Bezug auf die Erfolgsgröße Qualität wird eine Agilität-freundliche Projektteamumgebung, ein agiler Projektmanagementstil sowie die Anwendung von agilen Softwareentwicklungstechniken als relevante Erfolgsfaktoren festgehalten.

Kritische Würdigung

Chow und Cao (2008) präsentieren mit ihrem Ansatz ein mehrstufiges empirisches Forschungsdesign. Sie nutzen empirische Analysen, um eine vorläufige Liste agiler Erfolgsfaktoren systematisch zu verdichten. Die nachgewiesenen agilen Erfolgsfaktoren werden anschließend mit dem Projekterfolg in Beziehung gesetzt. Dabei beschränkt sich der Untersuchungskontext des Modells ausschließlich auf Softwareentwicklungsprojekte. Die Wahl der fünf übergeordneten Bezugsdimensionen (Organisation, Personen, Prozess, Technik und Projekt) wird nicht näher erläutert. Gleiches gilt für die Zuordnung der in der quantitativen Untersuchung berücksichtigten 12 Erfolgsfaktoren zu den fünf Bezugsdimensionen. Insgesamt verbleiben die

untersuchten 12 agilen Erfolgsfaktoren auf einem sehr abstrakten Niveau und liefern wenige Rückschlüsse auf konkrete arbeitsorganisatorische Gestaltungsansätze. Ein Bezug zur Teamarbeit sowie zur Technologieentwicklung wird nicht hergestellt.

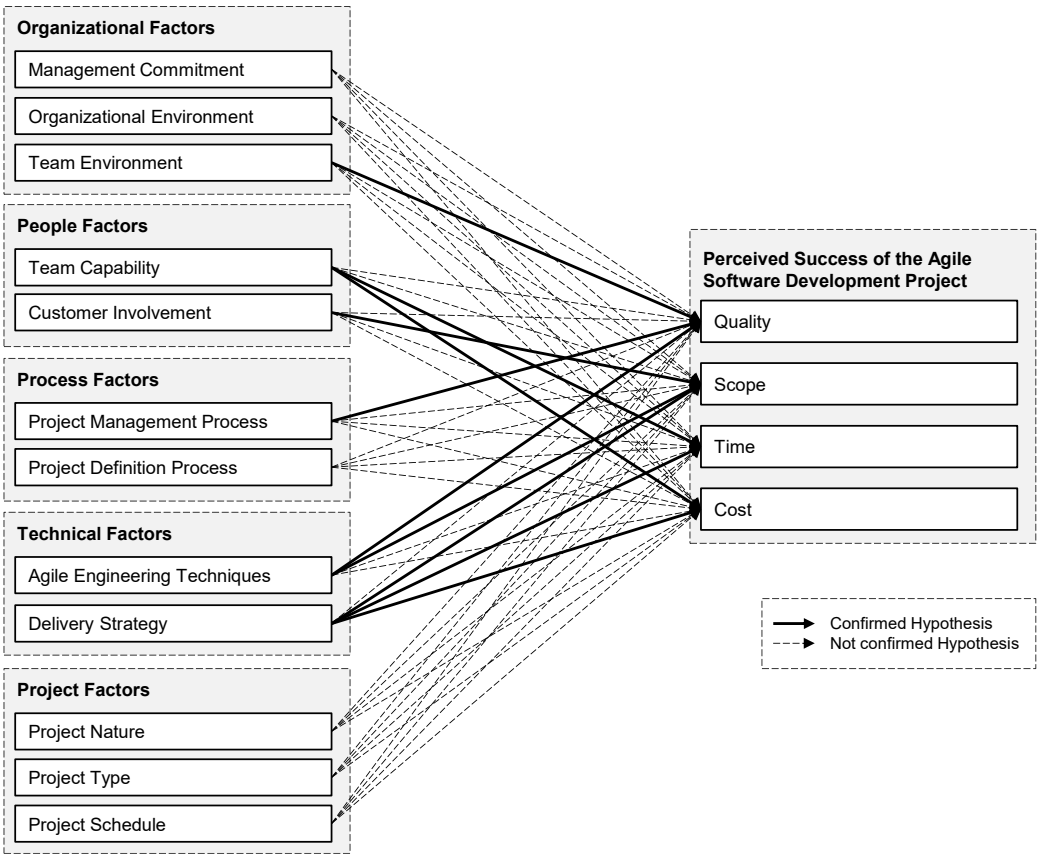


Abbildung 13: Modell von Chow und Cao (2008); eigene zusammengeführte Darstellung.

3.4.5 Modell von Melo, Cruzes, Kon und Conradi (2012)

Melo et al. (2012) fokussieren in ihrem auf Fallstudien basierenden Untersuchungsansatz das Konstrukt der „Agile Team Productivity“ im Kontext von Softwareentwicklungsprojekten. Sie ordnen ihre Forschungsarbeit dabei in den Bereich der Teamforschung ein, indem sie das in der Teamforschung etablierte IPO-Modell als konzeptionellen Untersuchungsrahmen wählen. Als Input-Größen betrachten sie fünf in der Teamforschung etablierte Variablen (Individual- und Gruppencharakteristika, Stufe der Teamentwicklung, Art der Aufgabe, Organisationaler Kontext, Führungsstil). Die agile Teamproduktivität („Agile Team Productivity“) bildet die Output-Größe des Modells. Als Prozessgröße werden interne und externe Teamprozesse betrachtet. Die Autor*innen möchten in ihrem Beitrag zum einen der Frage nachgehen, welche Aspekte bei der Nutzung agiler Methoden einen Einfluss auf die Teamproduktivität haben und zum anderen, wie diese Aspekte die Teamproduktivität beeinflussen. Im Rahmen von Fallstudien wurden drei agile Softwareentwicklungsteams aus verschiedenen Unternehmen (120, 200 und 400 Beschäftigte) über 15, 18 sowie 27 Entwicklungsiterationen hinweg, jeweils über eine Dauer von einer bis vier Wochen, bei ihrer Entwicklungsarbeit begleitet. Die Datenerhebung bestand hierbei aus Beobachtungen des Entwicklungsteams und Interviews mit einzelnen Teammitgliedern. Aus den gesammelten Daten wurden im Anschluss mithilfe qualitativer

Analyseverfahren relevante Aspekte bzw. Dynamiken identifiziert und den Untersuchungsgrößen des IPO-Modells inhaltlich zugeordnet. Die Ergebnisse zeigten, dass insbesondere drei Themenfelder die agile Teamproduktivität beeinflussten: regelmäßige Teammitgliederwechsel („Team Member Turnover“), Teamdesignentscheidungen („Team Design Choices“) (beispielsweise in Bezug auf die Gestaltung der Teamgröße, der Teamdiversität und der räumlichen Nähe der Teammitglieder) und die teaminterne Koordination („Inter-team Coordination“) (u. a. in Bezug auf die gemeinsame Nutzung von Ressourcen und die Abstimmung über Aufgaben und Projektrahmenbedingungen). Dabei konnten in den Fallstudienprojekten sowohl positive als auch negative Einflüsse auf die Teamproduktivität nachgewiesen werden. Zu jedem der drei Themenfelder präsentieren die Autor*innen die Ergebnisse abschließend in Form eines grafischen Modells, in dem mittels Pfeildarstellung Zusammenhänge zwischen einzelnen Team-Aspekten aufgezeigt werden.

Kritische Würdigung

Melo et al. (2012) leisten einen Beitrag zur agilitätsbezogenen Teamforschung, indem sie die Teamarbeitsdynamiken in drei agilen Softwareentwicklungsprojekten fallstudienbasiert untersuchen. Hierzu nutzen sie den in der Teamforschung etablierten IPO-Untersuchungsrahmen, um die Datenerhebung und -auswertung zu strukturieren. Die Autor*innen leisten keine tiefergehende Definition oder Operationalisierung ihres Verständnisses von Agilität. Vielmehr beschränkt sich der Beitrag auf die Diskussion der in den Fallstudien identifizierten Teamaspekte. Eine quantitative empirische Überprüfung von Zusammenhängen erfolgt nicht.

3.4.6 Modell von Nijssen und Paauwe (2012)

Nijssen und Paauwe (2012) stellen in ihrem Untersuchungsmodell das Konstrukt der organisationalen Agilität in den Untersuchungsfokus und gehen der Forschungsfrage nach, wie das Konstrukt Organisationen bzw. Unternehmen dabei unterstützen kann, Herausforderungen, die aus einem dynamischen Umfeld resultieren, zu bewältigen. Hierzu identifizieren und diskutieren die Autoren potenzielle Praktiken im Hinblick auf die Gestaltung der Organisation sowie des Human Resource Managements, die es Unternehmen ermöglichen sollen, den Grad der eigenen organisationalen Agilität zu erhöhen. In einem ersten Schritt der Modellkonzeption spezifizieren sie die Charakteristika eines dynamischen Umfelds („Dynamic Environment“), mit dem sich Unternehmen konfrontiert sehen. Sie führen insbesondere drei Charakteristika an: die Unvorhersehbarkeit von Ereignissen, die Schnelligkeit, mit der Veränderungen passieren, sowie den organisationalen Impact, den diese Veränderungen haben. Als beeinflussende Größe sehen Nijssen und Paauwe (2012) das Konstrukt der organisationalen Agilität („Organizational Agility“). Dieses wird durch drei Input-Größen prädiziert: Die komplementäre Input-Größe „Workforce Scalability“ beschreibt die Fähigkeit des Unternehmens, das richtige Maß zwischen „Workforce Alignment“ (d.h. Effektivität und Effizienz im Personalmanagement zur Bearbeitung der Arbeitsaufgaben) und „Workforce Fluidity“ (d.h. die Flexibilität und Weiterentwicklungsfähigkeit im Rahmen des Personalmanagements) zu finden. Die Input-Größe „Fast Organizational Learning“ gliedert sich ebenfalls in zwei Unterfacetten und definiert zum einen

die Fähigkeit des Unternehmens, konstant und proaktiv mit wissensspezifischen Entwicklungen außerhalb des Unternehmens Schritt zu halten („Knowledge Alignment“), sowie zum anderen die Fähigkeit, kontinuierlich Wissen zu kreieren, zu adaptieren und anzuwenden („Knowledge Creation“). Die Input-Größe „Highly Adaptable Organizational Infrastructure“ inkludiert verschiedene organisationale Charakteristika eines anpassungsfähigen Unternehmens, z. B. eine flache hierarchische Organisationsstruktur oder eine Fokussierung auf informelle Koordination. Eine der zentralen Thesen der Autoren postuliert, dass ein Unternehmen, das die präsentierten organisatorischen Praktiken anwendet, die Herausforderungen eines dynamischen Umfelds besser bewältigen kann.

Kritische Würdigung

Der Modellansatz von Nijssen und Paauwe (2012) nutzt die Größe der organisationalen Agilität um konkrete organisatorische Gestaltungfaktoren mit betrieblichen Herausforderungen in Beziehung zu setzen. Hierfür bietet das Modell einen umfassenden heuristischen Gestaltungsrahmen, der organisationale Agilität über insgesamt 18 organisatorische Gestaltungsfaktoren adressiert. Insgesamt stellt das Modell jedoch nur einen theoretischen Untersuchungsrahmen dar. Eine Operationalisierung bzw. Überführung der Modellgrößen in ein quantitatives Messmodell sowie eine empirische Überprüfung der postulierten Zusammenhänge wird nicht vorgenommen. Weiterhin wird organisationale Agilität als gesamtunternehmerische Größe aufgefasst und ein Bezug zur Team- oder Projektarbeit wird nicht hergestellt.

3.4.7 Modell von Sherehiy und Karwowski (2014)

Sherehiy und Karwowski (2014, S. 467 f.) entwickeln ein empirisches Modell, welches den Effekt einer agilen Unternehmensstrategie („Agility Strategy“) auf arbeitsorganisatorische Tätigkeitsmerkmale („Work Organization“') sowie die sog. „Workforce Agility“ in produzierenden Unternehmen untersucht. Das Konstrukt der „Workforce Agility“ misst dabei unter Bezugnahme auf die Sub-Konstrukte Proaktivität („Proacitivity“), Anpassungsfähigkeit („Adaptivity“) und Resilienz („Resilience“) die agile Performance von Arbeitspersonen. Die agile Unternehmensstrategie wird als Konstrukt höherer Ordnung operationalisiert und setzt sich aus vier Sub-Konstrukten zusammen (produktbezogene Agilität, kooperationsbezogene Agilität, organisationsbezogene Agilität sowie personen- und wissensbezogene Agilität). Der Modellaufbau postuliert das Konstrukt der arbeitsorganisatorischen Tätigkeitsmerkmale („Work Organization“) als Mediator-Größe zwischen der agilen Unternehmensstrategie („Agility Strategy“) und dem Konstrukt der „Workforce Agility“ (Sherehiy & Karwowski, 2014, S. 468). Zur Evaluation des Modells wurden insgesamt 176 Beschäftigte aus sechs produzierenden Unternehmen befragt. Die Ergebnisse liefern auf Modellebene keine Bestätigung des angenommenen indirekten Effekts. Mittels multipler Regressionsanalysen wurden darüber hinaus Evaluationen der direkten Einflüsse der Sub-Konstrukte von „Agility Strategy“ und „Work Organization“ auf die abhängige Variable der „Workforce Agility“ durchgeführt. Hier zeigt sich ein signifikanter Einfluss der Variablen „Cooperation“, „Job Control“ und „Job Uncertainty“ auf „Workforce Agility“.

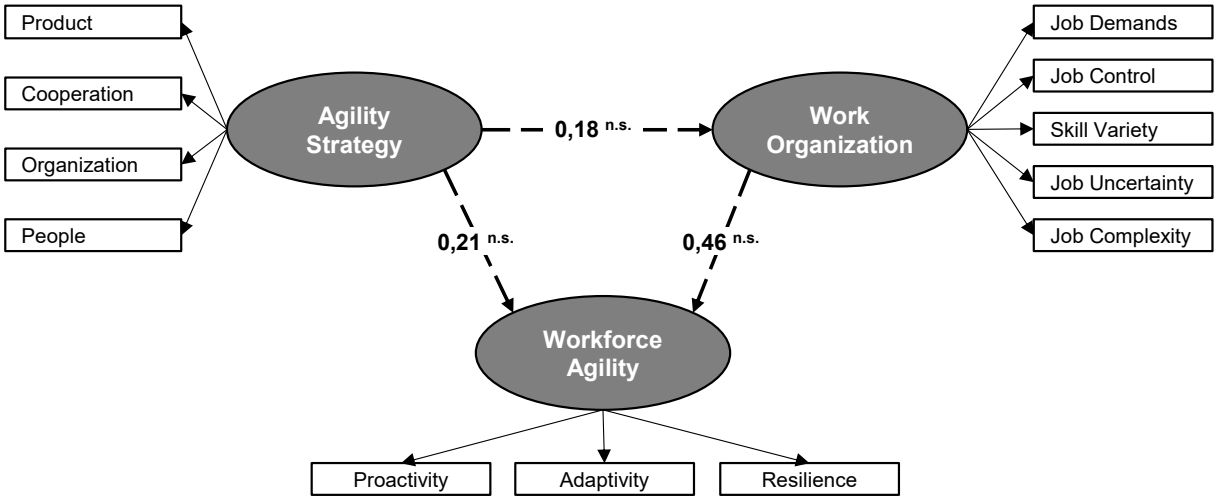


Abbildung 14: Human-Work Organization Modell von Sherehiy und Karwowski (2014); ("Used with permission of Elsevier Science & Technology Journals; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.").

Kritische Würdigung

Das Human-Work Organization Model von Sherehiy und Karwowski (2014) beschreibt einen arbeitsorganisatorisch geprägten Untersuchungsansatz, um die Auswirkungen einer agilen Unternehmensstrategie auf die Arbeitsorganisation bzw. die agile Performance einer Arbeitsperson zu untersuchen. Die generische Modellbeschreibung mit dem breiten Fokus auf (kleine) produzierende Unternehmen ermöglicht eine Nutzung der Forschungsergebnisse durch eine Vielzahl von Unternehmen. Die Auswirkungen auf abhängige Größen wie die Zusammenarbeit in Projektteams oder auf wirtschaftliche Erfolgsgrößen wie den Projekterfolg werden nicht untersucht. Vielmehr steht bei dem Modell die agile Performance einer einzelnen Arbeitsperson als abhängige Untersuchungsgröße im Fokus.

3.4.8 Modell von Liu, Liu, Ding und Lin (2015)

Liu et al. (2015, S. 56) entwickeln im Rahmen ihrer Studie ein empirisches Untersuchungsmodell, welches die Variablen Teamagilität und Teamperformance im Kontext von High-Tech-Industrieunternehmen in Abhängigkeit der Prädiktoren Kollektivität („Collectivism"), Teampolitik („Team Politics"), transformationale Führung („Transformational Leadership") und transaktionale Führung („Transactional Leadership") erklärt. Kollektivität und Teampolitik beschreiben dabei zwei Untersuchungsgrößen für das Teamklima („Team Climate"), transformationale und transaktionale Führung dienen als Untersuchungsgrößen für die Teamführung („Team Leadership"). Die Teamdynamik („Team Dynamics") wird über die beiden Konstrukte Kooperation („Cooperation") und Wettbewerb („Competition") ausgedrückt. Zusammen mit der Variable Teambefähigung („Team Empowerment") dienen die Variablen Kooperation und Wettbewerb als Mediatoren im Modell. Zudem wird der Einfluss von Teamagilität auf Teamperformance untersucht. Als Motivation für ihre Forschung führen die Autor*innen an, dass das Konstrukt der Teamagilität bislang nur unzureichend wissenschaftlich untersucht ist. Oft werden Gestal-

tungsansätze, die mit dem Konstrukt in Verbindung gebracht werden, proklamiert, ohne Wirkzusammenhänge vorab empirisch überprüft zu haben (Liu et al., 2015, S. 295). Die Autor*innen setzen einen Fragenbogen zur Untersuchung von Wirkzusammenhängen ein. Jedes der Konstrukte wird dazu auf Basis von bestehenden Messskalen aus der Literatur operationalisiert. Das Konstrukt Teamagilität wird über acht Items erhoben, welche die Fähigkeit des Teams bewerten, u. a. neue Kompetenzen zu erwerben, auf Veränderungen zu reagieren oder funktionsübergreifend zusammenzuarbeiten. Die Fragebogenerhebung erfolgt auf Grundlage einer fünfstufigen Likert-Skala. Als Stichprobe konnten insgesamt 565 Beschäftigte aus der IT-Branche befragt werden. Die Ergebnisse einer multiplen Regressionsanalyse zeigen unter anderem, dass die Teamagilität in einem signifikanten positiven Zusammenhang mit der Teamperformance steht. Weiterhin bestätigen die Ergebnisse u. a. einen signifikanten positiven Zusammenhang von Teamagilität mit den kooperativen und kompetitiven Facetten der Teamdynamik sowie der Teambefähigung (Liu et al., 2015, S. 9 f.).

Kritische Würdigung

Liu et al. (2015) untersuchen in ihrem Modell empirische Zusammenhänge zwischen den abhängigen Variablen Teamperformance und Teamagilität und verschiedenen teambezogenen unabhängigen Variablen. Die Autor*innen greifen dabei ausschließlich auf bestehende Erhebungs- und Messgrößen aus dem Bereich der Teamforschung zurück. Das Konstrukt der Teamagilität wird dabei als abhängige Ergebnis-Größe und nicht als unabhängige Input-Variable interpretiert. Eine systematische und umfassende Beschreibung von organisationalen Gestaltungsfaktoren, die Agilität in Entwicklungsteams definieren, findet nicht statt. Das Modell liefert demzufolge auch keine Operationalisierung von Agilität entlang verschiedener organisationaler Betrachtungsebenen.

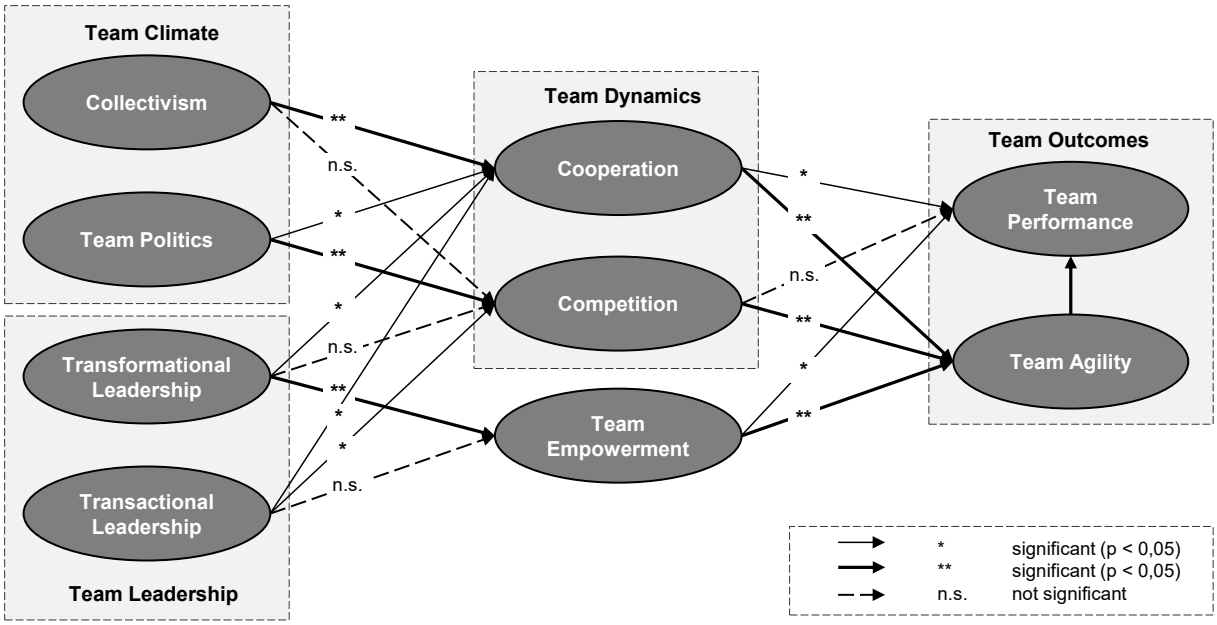


Abbildung 15: Modell von Liu et al. (2015); ("Used with permission of Elsevier Science & Technology Journals; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.")**.**

3.4.9 Modell von Ahimbisibwe, Cavana und Daellenbach (2015)

Ahimbisibwe et al. (2015, S. 400 ff.) entwickeln ein empirisches Untersuchungsmodell, um den Einfluss verschiedener organisationaler Input-Faktoren im Hinblick auf den Projekterfolg, u. a. im Kontext agiler Softwareentwicklungsprojekte, zu untersuchen. Als organisationale Input-Variablen identifizieren sie insgesamt 18 sogenannte kritische Erfolgsfaktoren im Rahmen von Softwareentwicklungsprojekten, die sich auf vier organisationale Größen verteilen (Betriebliche Faktoren, Teamfaktoren, Kundenfaktoren, Projektfaktoren). Als organisatorische Faktoren werden u. a. die Aspekte „Top Management-Support“, „Planning and Controlling“, „Change Management“ oder „Leadership Characteristics“ betrachtet. Zu den Teamfaktoren zählen u. a. das Projektteam-Commitment („Project Team Commitment“) sowie die Teamzusammensetzung („Project Team Composition“). Als Kundenfaktoren werden u. a. die Kundeneinbeziehung („User Participation“) oder der Kundensupport („User Support“) angeführt. Projektfaktoren umfassen u. a. die technologische Unsicherheit („Technological Uncertainty“) oder die technische Komplexität („Technical Complexity“). Das empirische Untersuchungsmodell setzt sich aus insgesamt 54 Hypothesen zusammen. Zu jeder der 18 organisationalen Einflussgrößen auf den Projekterfolg werden drei Hypothesen formuliert. Zwei Hypothesen postulieren jeweils einen signifikanten Einfluss unter der Berücksichtigung eines vorliegenden agilen oder eines klassischen Projektmanagementansatzes. Eine dritte Hypothese postuliert anschließend, dass sich der Einfluss abhängig vom Projektmanagementansatz signifikant unterscheidet. Für die empirische Evaluation des Untersuchungsmodells wurden 984 Software-Projektmanager*innen befragt (471 nutzten agile Entwicklungsmethoden und 513 traditionelle plangetriebene Methoden). Die Ergebnisse bestätigen die Hypothesen insofern, dass die organisatorischen Faktoren „Change-Management“ und „Leadership Characteristics“, der Teamfaktor „Project Team Composition“, die Kundenfaktoren „User Participation“ und „User Support“ sowie der Projektfaktor „Relative Project Size“ (negativer Effekt) in agilen Softwareentwicklungsprojekten einen höheren Einfluss auf den Projekterfolg haben als in traditionellen Projekten. Zugleich wird bestätigt, dass die Faktoren „Planning und Controlling“ sowie „Technological Uncertainty“ (negativer Effekt) in traditionellen Projekten einen höheren Einfluss haben als in agilen Projekten.

Kritische Würdigung

Der Modellansatz von Ahimbisibwe et al. (2015) liefert empirische Erkenntnisse über den Einfluss von organisatorischen, teambezogenen, kundenbezogenen sowie projektbezogenen Faktoren auf den Erfolg von Softwareentwicklungsprojekten in Abhängigkeit von der Anwendung von agilen oder traditionellen Methoden. Für die Studie wurden insgesamt 18 erfolgskritische Einflussfaktoren in Softwareentwicklungsprojekten identifiziert und als Input-Größen in das Modell integriert. Die Studie bestätigt wesentliche Grundannahmen aus der Theorie zum agilen Projektmanagement. Das Anwendungsfeld ist dabei auf den Bereich der Softwareentwicklung beschränkt. Es erfolgt weder eine umfassende Definition noch eine Operationalisierung des Agilitätsbegriffs.

3.4.10 Modell von Strode, Dingsøyr und Lindsjorn (2022)

Strode et al. (2022, S. 1 ff.) beschreiben mit ihrem „Agile Teamwork Effectiveness Model“ (ATEM) die Zusammenarbeit von agilen, verteilten Softwareentwicklungsteams. Die Autor*innen gehen konkret der Forschungsfrage nach, welche koordinierenden Mechanismen und Teamwork-Komponenten die Effektivität der Zusammenarbeit in agilen Softwareentwicklungsteams bestimmen. Die Modellbildung erfolgt auf der Basis von Ergebnissen von Fokusgruppenbefragungen, Fallstudien und Literaturanalysen. Als Grundlage für ihre Modellkonzeption nutzen sie das Big-Five-Modell der Teamzusammenarbeit nach Salas et al. (2005, S. 571) und modifizieren dieses für den Anwendungskontext der agilen Softwareentwicklung. Salas et al. (2005, S. 560) fassten die aus ihrer Sicht relevantesten Faktoren für erfolgreiche Teamarbeit in fünf sog. „Core Components“ zusammen: Teamführung, gegenseitiges Performance-Monitoring, die Fähigkeit zur gegenseitigen Vertretung, Anpassungsfähigkeit und Teamorientierung. Unterstützt werden diese fünf Aspekte durch drei Koordinationsmechanismen: geteilte mentale Modelle, Kommunikation und gegenseitiges Vertrauen (Salas et al., 2005, S. 560). Wie auch das Big-Five-Modell setzt sich das ATEM-Modell aus fünf Teamwork-Komponenten zusammen, die von drei koordinierenden Mechanismen unterstützt werden (Strode et al., 2022, S. 17 ff.). Jede der Modellgrößen ist über eine Reihe von Verhaltensmarkern („Behavioural Markers“) beschrieben, die das Verhalten effektiver Teams kennzeichnen. Die fünf Teamwork-Komponenten umfassen „Shared Leadership“ (beschreibt die Fähigkeit des Teams zur Steuerung und Koordination seiner Aktivitäten und Aufgaben, zur Entwicklung von Fähigkeiten sowie zur gegenseitigen Motivation), „Peer Feedback“ (beschreibt die Fähigkeit des Teams, Teammitgliedern akkurates Feedback zu geben), „Redundancy“ (beschreibt die Fähigkeit des Teams, sich bei Aufgaben fachlich gegenseitig unterstützen zu können), „Adaptability“ (beschreibt die Fähigkeit des Teams, den Entwicklungskurs basierend auf neuer Informationssachlage zu verändern) und „Team Orientation“ (beschreibt die Fähigkeit, dass alle Teammitglieder für die Zielerreichung einbezogen werden). Als koordinierende Mechanismen umgeben „Shared Mental Models“ (beschreiben das koordinative Wissen im Team darüber, wie Aufgaben zusammenhängen und Teammitglieder zusammenarbeiten), „Mutual Trust“ (beschreibt die gegenseitige Unterstützung im Team) und „Communication“ (beschreibt die Informationsweitergabe und Kommunikation im Team) die fünf Teamwork-Komponenten. Die Autor*innen führen an, dass die Modellgrößen im Wesentlichen aus dem Big-Five-Modell übernommen werden konnten, jedoch in Teilen einer Umbenennung sowie einer alternativen Operationalisierung durch kontextspezifische Verhaltensmarker unterzogen wurden. Das ATEM erhebt den Anspruch, sowohl eine erklärende Funktion („explanatory“) durch die Beschreibung von Zusammenhängen agiler Teamarbeit als auch eine prädiktive Funktion („predictive“) durch die Lenkung der Zusammenarbeitsgestaltung mithilfe der identifizierten Verhaltensmarker zu erfüllen.

Kritische Würdigung

Das ATEM von Strode et al. (2022) beschreibt einen rein konzeptionellen Modellentwurf, der grundlegend von dem in der Teamforschung etablierten Big-Five-Modell von Salas et al. (2005) abgeleitet ist. Die Autor*innen tragen hierzu relevante Einflussfaktoren für die Zusammenarbeit agiler verteilter Softwareentwicklungsteams zusammen und adaptieren in dem

Zuge einzelne Modellgrößen nach Salas et al. (2005). Hypothesen zu vermuteten Wirkzusammen zwischen den Modellgrößen werden nicht postuliert. Es erfolgt ebenfalls keine empirische Überprüfung des Modells. Die Studie besitzt zwar einen klaren Bezug zur Teamforschung, beschränkt sich allerdings auf den Anwendungsbereich der Softwareentwicklung und stellt zudem die Zusammenarbeit (orts-)verteilter agiler Teams in den Fokus.

3.5 Diskussion und Zwischenfazit

Die systematische Literaturanalyse zeigt, dass in der Literatur bereits einige Studien existieren, die organisationale Agilität als Teil eines zusammenhängenden Untersuchungsmodells betrachten. Aus der Kurzvorstellung inklusive kritischer Würdigung der identifizierten Modelle wird deutlich, dass diese unterschiedliche organisationale sowie methodische Schwerpunkte bei der Wahl und Gestaltung des Untersuchungsrahmens legen.

Abbildung 16 zeigt eine zusammenfassende Darstellung der im Rahmen der systematischen Literaturrecherche identifizierten Agilitätsmodelle. In der Abbildung werden die Modelle entsprechend ihrer Erfüllung der zu Beginn dargelegten Kriterien beurteilt. Ziel dieser Bewertung ist es, einen übersichtlichen Vergleich der Modelle untereinander zu ermöglichen. Die Kriterien wurden im Wesentlichen aus den eingangs formulierten und für diese Arbeit maßgeblichen Anforderungen an die Modellmerkmale (Abbildungs-, Verkürzungs- und pragmatisches Merkmal) abgeleitet. Die Bewertung erfolgt entlang von drei Bewertungsabstufungen („enthalten“, „teilweise enthalten“ und „nicht enthalten“).

Als erstes Kriterium und Maßstab zur Systematisierung wird das Abbildungsmerkmal für das in dieser Arbeit zu entwickelnde Modell herangezogen. In dieser Arbeit liegt der Untersuchungsfokus auf dem Phänomen der organisationalen Agilität im Kontext von Technologieentwicklungsprojekten. Um eine inhaltliche Vergleichbarkeit der identifizierten Modelle zu ermöglichen, liefert Abbildung 16 für jedes Modell eine übersichtliche Kurzdarstellung des jeweils untersuchten Phänomens und des betrachteten Anwendungskontexts. In Bezug auf das untersuchte Phänomen zeigt sich, dass die analysierten Modelle jeweils unterschiedliche organisationale Interpretationen von Agilität für ihre Modellkonzeption verwenden. Dies wird u. a. auch anhand der unterschiedlichen Konstruktbezeichnungen deutlich, die für die Untersuchung gewählt wurden. Die Anwendungskontexte, die in den vorgestellten Modellen betrachtet werden, sind zum einen der IT- bzw. Softwareentwicklung und zum anderen der Produktion bzw. Fertigung zuzuordnen. Keines der identifizierten Modelle fokussiert den Anwendungsbereich der Technologieentwicklung.

Das eingangs festgelegte Verkürzungsmerkmal kann im Folgenden als Kriterium herangezogen werden, um die identifizierten Modelle präziser im Hinblick auf ihre bei der Agilitätsdefinition berücksichtigten Untersuchungsgrößen zu vergleichen. Als Verkürzungsmerkmal für diese Arbeit wurde die Untersuchung der Auswirkungen von organisationaler Agilität auf die Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg festgelegt. Für die Untersuchung von organisationaler Agilität wurden die drei organisationalen Betrachtungsebenen Individuum, Team und Unternehmen gewählt. Auf Teamebene kann zwischen den beiden Dimensionen Teamstruktur

und Teamprozess differenziert werden. Die Bewertung zeigt, dass die betrachteten Modelle im Hinblick auf die berücksichtigten organisationalen Ebenen stark variieren. Der Großteil der analysierten Modelle untersucht Agilität insbesondere aus der organisationalen Perspektive des Unternehmens. Nur wenige Forschungsansätze liefern eine Operationalisierung des Agilitätsbegriffs auf Teamebene oder Individualebene.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass keines der Modelle alle sechs Untersuchungsgrößen berücksichtigt: Die Modellansätze von Nijssen und Paauwe (2012) sowie von Sherehiy und Karwowski (2014) stützen sich u. a. auf ein Agilitätsverständnis, welches Fähigkeits- bzw. Eigenschaftsmerkmalen einer Arbeitsperson aufgreift. Ein ausgeprägter Teambezug kann in den Modellen von Melo et al. (2012), Nijssen und Paauwe (2012), Liu et al. (2015) und Strode et al. (2022) gefunden werden, wobei Untersuchungsgrößen zur Teamzusammenarbeit nur in den Modellen von Melo et al. (2012), Liu et al. (2015) und Strode et al. (2022) enthalten sind. Chow und Cao (2008) fokussieren sich in ihrem Modell u. a. auf die Operationalisierung eines agilen Prozessverständnisses. Eine gesamtbetrieblich ausgerichtete Agilitätsdefinition liegt u. a. den Modellen von Sharifi und Zhang (1999), Crocitto und Youssef (2003) sowie Vazquez et al. (2007) zugrunde. Eine Berücksichtigung der Untersuchungsgröße des Projekterfolgs ist in den Modellen von Chow und Cao (2008), Melo et al. (2012) sowie von Ahimbisibwe et al. (2015) zu finden.

Im Hinblick auf das für diese Arbeit formulierte pragmatische Merkmal des zu entwickelnden Modells wurde der Anspruch festgehalten, empirisch evaluierte Wirkzusammenhänge nachzuweisen und diese zur Ableitung praktischer Handlungs- bzw. Gestaltungsempfehlungen zu nutzen. Legt man diese Kriterien an die vorgestellten Modelle aus der Literaturrecherche an, so zeigt sich, dass gut die Hälfte der Modelle thesenbasiert Wirkzusammenhänge zwischen den jeweils betrachteten Untersuchungsgrößen postulieren. Insgesamt fünf Modelle führen darauf aufbauend fragebogenbasierte empirische Evaluationen durch. Im Rahmen von nur zwei Modellen werden die Ergebnisse der eigenen Modellkonzeption genutzt, um praktische Gestaltungsempfehlungen abzuleiten.

	I	II						III		
	Untersuchtes Phänomen und Anwendungskontext	Agilität auf Individualebene	Agilität auf Teamebene (Teamstruktur)	Agilität auf Teamebene (Teamprozess)	Agilität auf Unternehmensebene	Teamzusammenarbeit	Projekterfolg	Postulierte Wirkzusammenhänge	Quantitativ-empirische Evaluation (Methode)	Handlungs- und/ oder Gestaltungsempfehlungen
Sharifi und Zhang (1999)	„Agile Manufacturing“ in produzierenden Unternehmen	–	–	○	●	–	–	○	–	●
Crocitto und Youssef (2003)	Organisationale Agilität im Produktionskontext	○	–	○	●	–	–	○	–	○
Vazquez-Bustelo, Avella und Fernandez (2007)	„Agile Manufacturing“ in produzierenden Unternehmen	–	–	○	●	–	–	●	Fragebogenstudie (N=283); Analyse mittels SEM	○
Chow und Cao (2008)	Agilität in Software-entwicklungsprojekten	○	–	●	●	–	●	●	Fragebogenstudie (N=408); multiple Regression	○
Melo, Cruzes, Kon und Conradi (2012)	„Agile Team Productivity“ in der Softwareentwicklung	–	●	○	○	●	●	○	–	○
Nijssen und Paauwe (2012)	„Organizational Agility“ in produzier-enden Unternehmen	●	●	○	●	–	–	●	–	○
Sherehiy und Karwowski (2014)	„Workforce Agility“ in produzierenden Unternehmen	●	○	○	●	–	–	●	Fragebogenstudie (N=176); multiple Regression	●
Liu, Liu, Ding und Lin (2015)	„Team Agility“ in Softwareunternehmen	○	●	–	○	●	–	●	Fragebogenstudie (N=565); multiple Regression	○
Ahimbisibwe, Cavana und Daellenbach (2015)	Kritische Erfolgs-faktoren in agilen Softwareprojekten	–	○	–	○	–	●	●	Fragebogenstudie (N=984); Analyse mittels SEM	–
Strode, Dingsøyr und Lindsjorn (2022)	„Teamwork Effective-ness“ in agilen Softwareprojekten	–	●	○	–	●	–	–	–	○

Legende

I ≙ Abbildungsmerkmal II ≙ Verkürzungsmerkmal III ≙ Pragmatisches Merkmal

● : enthalten ○ : teilweise enthalten – : nicht enthalten

Abbildung 16: Zusammenfassende Ergebnisdarstellung der systematischen Literaturanalyse.

Insgesamt kann als Ergebnis der systematischen Literaturanalyse und Antwort auf **Forschungsfrage F2** festgehalten werden, dass bislang keine Forschungsarbeit zu einem Erklärungsmodell existiert, welche empirisch evaluierte Wirkzusammenhänge zwischen organisationaler Agilität (unter Berücksichtigung von Individual-, Team- und Unternehmensebene) und der Teamzusammenarbeit sowie dem Projekterfolg im Kontext von Technologieentwicklungsprojekten liefert. Mithilfe der in Abbildung 16 dargestellten Ergebnisse kann somit ein grundsätzliches Forschungsdefizit nachgewiesen werden. Die im Rahmen der systematischen Literaturanalyse identifizierten und präsentierten Modelle liefern zudem wertvolle konzeptionelle und inhaltliche Impulse, die im Rahmen der weiteren Modell- und Forschungskonzeption aufgegriffen werden. Die Ergebnisse bestätigen zudem erneut (siehe auch Studie 1), dass für ein ganzheitliches Verständnis von organisationaler Agilität alle organisationalen Ebenen (Individuum, Team, Unternehmen) berücksichtigt werden sollten.

Neben der inhaltlichen Ergebniszusammenfassung und -diskussion gilt es auch das methodische Vorgehen im Rahmen der systematischen Literaturanalyse abschließend kritisch zu beleuchten. Auch wenn sich das Vorgehen methodisch an den Empfehlungen der etablierten Ansätze von Moher et al. (2009, S. 3) oder auch Fink (2014, S. 4) orientierte, obliegt die inhaltliche Ausgestaltung einer Studiendurchführung immer subjektiven Annahmen und Festlegungen. Diese betrafen insbesondere die Auswahl und Formulierung der für die Literatursuche in den Datenbanken erforderlichen Suchbegriffterminologien sowie die Auswahl passender Datenbanken. Eine weniger restriktive Festlegung hätte gegebenenfalls weitere Suchtreffer ermöglicht und damit zu weiteren Modellfunden geführt.

4 Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung

Die vorgestellten Definitionen organisationaler Agilität im Rahmen von **Forschungsfrage F1** verdeutlichen die Mehrdimensionalität des Konstrukts. Es konnte weiterhin gezeigt werden, dass für den Anwendungskontext der Technologieentwicklung bislang weder Definitionen noch spezifische, empirisch überprüfte Operationalisierungen des Konstrukts vorliegen (**Forschungsfrage F2**). In diesem Kapitel sollen daher mithilfe einer qualitativen Interviewstudie (**Studie 3**) Faktoren für organisationale Agilität in der Technologieentwicklung identifiziert werden. Hiermit soll die **Forschungsfrage F3** („*Welche Faktoren bestimmen organisationale Agilität im Kontext der Technologieentwicklung?*“) beantwortet werden. Als weitere (untergeordnete) Zielsetzung sollen in der Interviewstudie Erkenntnisse über die Ziele und Herausforderungen in Technologieentwicklungsprojekten gesammelt werden.[3]

4.1 Forschungsmethode

Qualitative Forschungsmethoden ermöglichen die Exploration und Definition von Begrifflichkeiten eines Untersuchungsfelds, indem variable Merkmale des Untersuchungsobjekts „durch verbale Beschreibung am Beispiel sorgfältig ausgewählter Einzelfälle“ erfasst werden (vgl. Riesenhuber, 2009, S. 6). Sie werden dazu eingesetzt, ein vertieftes Verständnis eines komplexen Realphänomens zu gewinnen. Dabei können sie entweder auf Basis theoretischer Vorüberlegungen – also theoriegeleitet – oder zwecks Theorieentwicklung – also theorieungebunden – durchgeführt werden (vgl. Riesenhuber, 2009, S. 7 f.). Es ist darauf hinzuweisen, dass die Ergebnisse einer fallstudienbasierten Interviewführung lediglich Hypothesen hervorbringen und keinen vollwertigen Theorietest ermöglichen. Sie leisten als Vorstudien dennoch wertvolle Beiträge, indem sie empirisch testbare Aussagen generieren und im Gegensatz zu quantitativen Momentaufnahmen auch Entwicklungen, Abläufe oder Ursache-Wirkungs-Abhängigkeiten offenlegen (vgl. Borchardt & Göthlich, 2009, S. 33 ff.; Riesenhuber, 2009, S. 8).

Bei der Wahl und Planung eines fallstudienbasierten Vorgehens wird in der qualitativen Forschung zwischen Einzelfallstudien (single-case design) und vergleichenden Fallstudien (multiple-case design) unterschieden (Riesenhuber, 2009, S. 36 f.). Letztere bieten den Vorteil, dass Erkenntnisse über das Herausarbeiten von Ähnlichkeiten und Unterschieden zwischen den Fällen gewonnen werden können, weswegen die Ergebnisse vergleichender Fallstudien als überzeugender und robuster angesehen werden. Dem entgegen steht, dass insbesondere mit steigender Fallanzahl ein erheblicher Zeitaufwand bei der Durchführung solcher Studien einzuplanen ist (vgl. Borchardt & Göthlich, 2009, S. 36 f.). Für die Beantwortung der **For-**

[3] Die nachfolgenden Ergebnisse wurden erstpubliziert in: Steireif, N., Nitsch, V., & Mütze-Niewöhner, S. (2023a). Design Factors for Organizational Agility in Power Technology Development: An Interview Study in Germany. *International Journal of Innovation and Technology Management (IJITM), 20*(04).

schungsfrage F3 und damit für die Entwicklung eines Begriffsverständnisses von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung bietet sich ein vergleichender Fallstudienansatz an. Im Rahmen des Promotionsvorhabens bestand nicht die Möglichkeit, Fallstudien innerhalb von Unternehmen in angemessener Anzahl durchzuführen. Mit Hilfe von halbstandardisierten Interviews mit betrieblichen Expert*innen aus unterschiedlichen Technologieunternehmen konnte das gewählte Studiendesign dennoch realisiert werden.

Die Methode der mündlichen, teilstrukturierten Befragung stellt die am häufigsten verwendete Form der Datenerhebung in der qualitativen Forschung dar. Sie eignet sich für das Vorhaben der Exploration eines komplexen, noch wenig erforschten Phänomens und bietet zugleich ein ausgewogenes Maß zwischen Offenheit und Strukturierung bei der Datenerhebung (vgl. Borchardt & Göthlich, 2009, S. 38; Helfferich, 2019, S. 671 ff.). Die Rolle der Expertin bzw. des Experten resultiert aus der zumeist verantwortungsvollen Position der befragten Person im relevanten Untersuchungsbereich und einem damit verbundenen Zugang zu Informationen über Strukturen und Prozesse, der Einblicke in Hintergrundwissen sowie die Sammlung von Erfahrungswerten ermöglicht (vgl. Borchardt & Göthlich, 2009, S. 39).

Für die Strukturierung des Ablaufs eines Expert*inneninterviews, in dem sich zugleich auch ausreichend Flexibilität für eine offene Gesprächsführung bietet, wird ein Interviewleitfaden verwendet. Der Interviewleitfaden unterstützt die bzw. den Interviewende*n bei der inhaltlichen Orientierung und stellt sicher, dass alle wichtigen Inhalte angesprochen werden. Darüber hinaus ermöglicht er eine bessere Vergleichbarkeit und Analyse der gesammelten Daten im Anschluss an die Interviewdurchführung (vgl. Mayer, 2009, S. 37 ff.). Der Interviewleitfaden baut dabei auf der Fachliteratur und Ausgangstheorie auf, die der Studienkonzeption zugrunde gelegt werden.

Das etablierte Analyseverfahren der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ermöglicht eine systematische und intersubjektiv überprüfbare Auswertung der Interviewergebnisse. Mithilfe dieses Verfahrens zur Textanalyse können vor allem umfangreiche Textdaten mit relativ geringem Aufwand ausgewertet und latente Sinngehalte erfasst werden. Die Auswertung erfolgt dabei regelgeleitet und auf Basis psychologischer und linguistischer Theorien (vgl. Mayring & Fenzl, 2019, S. 633). Auch wenn die qualitativen Analyseergebnisse nur eingeschränkt repräsentativ für die Grundgesamtheit sind, so eignet sich dieses Verfahren insbesondere für explorative Forschungsvorhaben.

Die qualitative Inhaltsanalyse sieht festgelegte Interpretationsschritte vor. Zu Beginn muss das Ablaufmodell der Analyse an das vorliegende Material und die zu untersuchende Fragestellung angepasst werden. Hierzu werden die sogenannten Analyseeinheiten (Kodiereinheit, Kontexteinheit und Auswertungseinheit) abhängig vom Untersuchungskontext bestimmt (Mayring, 2015, S. 61). Kodier- und Kontexteinheit legen den kleinst- bzw. größtmöglichen Textumfang fest, der unter eine Kategorie fallen kann. Die Auswertungseinheit definiert, welche Textumfänge nacheinander ausgewertet werden (Mayring, 2015, S. 61). Die Bildung eines Kategoriensystems bildet den zentralen Baustein der qualitativen Inhaltsanalyse. Das grundlegende Vorgehen besteht hierbei in der regelgeleiteten Zuordnung von Textpassagen zu Kategorien. Diese Zuordnung geschieht entweder induktiv (d.h. hergeleitet aus dem Material)

oder deduktiv (auf Basis bestehender Theorie). Diese Zuordnungsregeln werden zunächst an einem Teil des Analysematerials erprobt und anschließend auf Basis erster Analyseerfahrungen iterativ verfeinert bzw. angepasst (vgl. Mayring & Fenzl, 2019, S. 636). Danach wird das gesamte Analysematerial auf Grundlage der gewählten Zuordnungsregeln bearbeitet. Dieses regelgeleitete Vorgehen stellt sicher, dass die bei qualitativen Studien relevanten Gütekriterien der Intra- und Intercoderreliabilität gewährleistet sind (vgl. Mayring, 2015, S. 124). Die qualitative Auswertung der Daten kann im Anschluss um eine quantitative Analyse erweitert werden. Dazu wird die Häufigkeit des Auftretens einzelner Begriffe oder Themen enumeriert (vgl. Borchardt & Göthlich, 2009, S. 42).

4.1.1 Aufbau des Interviewleitfadens und Datenerhebung

Das Interview wurde mithilfe eines Interviewleitfadens teilstrukturiert. Dieser setzt sich aus drei Abschnitten zusammen. Abbildung 17 fasst den Aufbau des Leitfadens zusammen.

Im einleitenden Abschnitt werden die relevanten soziodemografischen Daten der Befragten und Eckdaten über das Unternehmen, in dem sie beschäftigt waren, erhoben. Der zweite Abschnitt befasst sich mit der unternehmensinternen Organisation von Technologieentwicklungsprojekten, mit der Art (bzw. dem Typ) der Technologie sowie mit dem Innovationsgrad der Technologie. Anschließend werden die Expert*innen gebeten, Ziele und Herausforderungen in Technologieentwicklungsprojekten zu benennen.

Der dritte Abschnitt behandelt die eigentliche Forschungsfrage, indem er auf eine Beschreibung des Konstrukts der organisationalen Agilität in der Technologieentwicklung abzielt. Zunächst werden die Expert*innen bezüglich ihrer Vorerfahrungen mit agilen Methoden und Konzepten sowie ihres Agilitätsverständnisses befragt. Im Anschluss sollen sie dieses Verständnis auf ihre praktische Arbeit in der Forschung und Entwicklung von neuen Technologien übertragen. Ziel ist es, einschlägige organisationale Agilitätstreiber in der Technologieentwicklung zu erarbeiten. Hierzu werden im Interview schrittweise Aspekte entlang der organisationalen Dimensionen Individuum, Teamstruktur, Teamprozess und Unternehmen beleuchtet. Diese Differenzierung stellt einen etablierten Ansatz dar, der bereits in verschiedenen Studien und Forschungsarbeiten – insbesondere im Kontext der Teamforschung – zugrunde gelegt wurde und die relevantesten Gestaltungsfelder einer organisatorischen Transformation abdeckt (vgl. Kabel, 2001, S. 68; Steireif et al., 2020, S. 281; Steireif et al., 2023b).

Zentrale Fragen des dritten Abschnitts werden die Folgenden:

- Welche Eigenschaften einer **Person** (bzw. eines Individuums) befördern Agilität in der Technologieentwicklung? Nennen Sie bitte die wichtigsten Faktoren!
- Welche Eigenschaften der **Teamstruktur** befördern Agilität in der Technologieentwicklung? Nennen Sie bitte die wichtigsten Faktoren!
- Welche Eigenschaften des **(Team-) Arbeitsprozesses** bzw. welche Arbeitsweisen befördern Agilität in der Technologieentwicklung? Nennen Sie bitte die wichtigsten Faktoren!
- Welche Eigenschaften des **Unternehmens** (bzw. der Organisation) befördern Agilität in der Technologieentwicklung? Nennen Sie bitte die wichtigsten Faktoren!

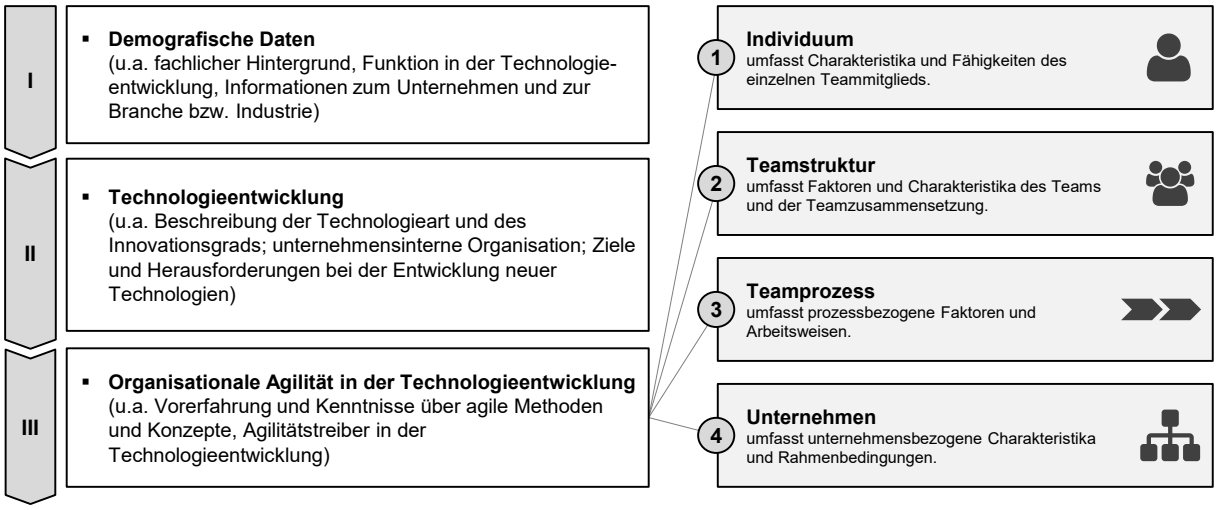


Abbildung 17: Aufbau des Interviewleitfadens (links) und Kurzbeschreibung der betrachteten organisationalen Dimensionen (rechts).

Die Akquise der Expert*innen erfolgte über zwei Netzwerke. Eine erste Gruppe von 16 Personen konnte über ein Forschungsprojekt akquiriert werden, an dem eine Vielzahl führender Technologieunternehmen beteiligt ist und in dem an neuen innovativen (insbesondere energietechnischen) Technologien gearbeitet wird. Eine zweite Gruppe von 12 Personen konnte über ein Projekt mit einem Unternehmen in der Leistungshalbleiterindustrie akquiriert werden.

Um den Expert*innen eine Vorbereitung zu ermöglichen, wurde ihnen der Interviewleitfaden im Vorfeld des Gesprächs auf Anfrage zur Verfügung gestellt. Während des Interviews wurden die Fragen als offene Fragen formuliert. In Anlehnung an Helfferich (2019) hatten die Expert*innen zunächst die Möglichkeit, so frei wie möglich auf diese zu antworten. Im Falle nicht ausreichend beantworteter Aspekte schlossen sich zu deren Präzisierung Anschlussfragen durch den Interviewenden an. Dieser Schritt diente dazu, einzelne Aussagen oder Inhalte noch einmal gemeinsam mit den Expert*innen zu reflektieren. Dieses Vorgehen stellte einen geeigneten Kompromiss zwischen größtmöglicher Offenheit und notwendiger Strukturierung im Sinne des Forschungsinteresses sicher (vgl. Helfferich, 2019, S. 671 ff.).

Die Durchführung der Interviews erfolgte telefonisch oder per Zoom. Die durchschnittliche Dauer der Interviews betrug zwischen 45 und 60 Minuten. Alle 28 Interviews wurden mit Einwilligung der teilnehmenden Personen aufgezeichnet und im Anschluss entsprechend der Empfehlungen nach Dresing und Pehl (2018) vollständig transkribiert.

4.1.2 Stichprobenbeschreibung

Alle 28 Expert*innen hatten eine Position mit Personal- und/oder Projektverantwortung im Bereich der Technologieentwicklung inne und verfügten sowohl über Erfahrung in der aktiven Mitarbeit an Forschungs- und Entwicklungsprojekten als auch über praktische, mindestens aber theoretische, Kenntnisse hinsichlich der Anwendung agiler Methoden und Konzepte. Die Positionen bzw. Funktionen der Expert*innen reichten von Portfoliomanager*innen in der strategischen Technologieentwicklung, Patentmanager*innen, Projektleiter*innen über Forscher*innen bis hin zu Chief Technical Officers (CTO).

Die individuellen Kenntnisse bzw. Berührungspunkte mit Agilität resultierten zumeist aus praktischen Vorerfahrungen mit agilen Methoden (hier vorrangig Scrum, Kanban oder unternehmenseigene Lösungen) oder der Teilnahme an themenspezifischen Weiterbildungen und Trainingskursen. Insgesamt gab die Mehrheit der Expert*innen an, positive Erfahrungen mit der Anwendung ausgewählter agiler organisatorischer Bausteine (z. B. tägliche Stand-Up-Meetings, Arbeiten in zeitlich definierten Sprints) gemacht zu haben. Mehrere Expert*innen berichteten von unternehmensinternen Schulungen oder der Begleitung durch Trainer*innen im Rahmen der Erprobung agiler Methoden oder Konzepte. In einigen Unternehmen wurden zudem auch ausgewählte agilitätsförderliche strukturelle Aspekte (z. B. Verkleinerung der Teams, interdisziplinärere Teamzusammensetzung, Einführung von Taskboards) für die Entwicklungsarbeit berücksichtigt. In anderen Unternehmen wiederum wurde ein eigenes Agilitätsverständnis entwickelt und in einem internen Manuskript festgehalten. Darin waren gemeinsame Regeln, Werte oder Verhaltensweisen zusammengefasst.

Unter den insgesamt 28 Personen waren 26 männliche Experten und 2 weibliche Expertinnen. 27 der 28 Personen absolvierten ein Hochschulstudium, 9 Personen verfügten über eine Promotion. Aufgrund ihres qualifikatorischen Werdegangs konnten die Expert*innen wertvolle Erfahrungswerte sowohl aus der Hochschulperspektive als auch aus der Wirtschafts- bzw. Industrieperspektive einbringen. Im Durchschnitt verfügten die Expert*innen über eine Berufserfahrung von 12,6 Jahren (SD 9,8 Jahre; Min: 1,5 Jahre, Max: 45 Jahre). Tabelle 3 zeigt eine Übersicht über die befragten Expert*innen der Stichprobe.

Tabelle 3: Beschreibung der interviewten Expert*innen der Stichprobe.

Nr.	Qualifikation	Funktion in der Technologieentwicklung	Industrie/Branche	Anzahl Mitarbeitende
1	Dipl.-Ing. Elektrotechnik	Gruppenleiter*in im Bereich Unternehmenstechnologie	Mischkonzern (u. a. Energie und Mobilität)	> 100,000
2	M.Sc. Maschinenbau	Projektleiter*in im Modulbau	Leistungshalbleiter	> 10,000
3	M.Sc. Elektrotechnik	Managing Director und CTO	Invertertechnologie	< 50
4	Promotion Luft-und Raumfahrtechnik	Leiter*in Technologieentwicklung (CTO)	Elektrische und leistungselektronische Systeme	> 100
5	Promotion Chemieingenieurwesen	Innovations- und Patentmanager*in	Leistungshalbleiter	> 10,000
6	M.Sc. Elektrotechnik	Forscher*in und Entwicklungsingenieur*in	Elektrische und leistungselektronische Systeme	> 100
7	Promotion Elektrotechnik	Innovationsmanager*in	Elektrotechnische Installationen	> 10,000
8	Dipl.-Ing. Elektrotechnik	Lead Principal Engineer*in Power Transmission	Bipolare Leistungsmodule	> 100
9	Dipl.-Ing. Elektrotechnik	Lead Principal Engineer*in	Bipolare Leistungsmodule	> 100
10	Dipl.-Ing. Elektrotechnik	Technologieportfolio Manager*in	Mischkonzern (u. a. Energie und Mobilität)	> 100,000
11	Dipl.-Ing. Elektrotechnik	Portfolio Manager*in – Elektrische Lösungen	Mischkonzern (u. a. Energie und Mobilität)	> 100,000
12	Dipl.-Ing. Maschinenbau	Manager*in Unternehmenstechnologiestrategie	Komponenten- und Systembau (Maschinenbau und Energietechnik)	> 10,000
13	Elektrotechniker*in	Senior Manager*in – Technische Konzeptentwicklung	Elektrotechnische Installationen	> 10,000
14	Promotion Physik	Senior Principal Scientist*in	Mischkonzern (Energie- und Automatisierungstechnik)	> 100,000
15	Promotion Maschinenbau	Agile Coach*in und Senior Principal Researcher*in	Mischkonzern (Energie- und Automatisierungstechnik)	> 100,000
16	Promotion Physik	Projektleiter*in	Mischkonzern (Energie- und Automatisierungstechnik)	> 100,000
17	Promotion Elektrotechnik	Projektleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
18	Promotion Physik	Projektleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
19	Promotion Physik	Head of Project Lead	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
20	Diplomingenieur*in	Projektleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
21	Dipl.-Ing. Elektrotechnik	Agile Coach*in und Forscher*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
22	B.Sc. Engineering	Projektleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
23	M.Sc. Elektrotechnik	Projektleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
24	Promotion Physik	Projektmanager*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
25	Dipl.-Ing. Elektrotechnik	Projektleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
26	Dipl.-Ing. Physik	Leading Principal	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
27	Promotion Physik	Projektleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000
28	Promotion Physik	Entwicklungsleiter*in	Halbleiter und Systemlösungen	> 10,000

4.1.3 Auswertung mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse

Die Transkripte aller 28 Expert*inneninterviews wurden mithilfe der Software MAXQDA inhaltsanalytisch ausgewertet. Die Auswertung erfolgte nach dem methodischen Vorgehen zur qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015). Für die Beschreibung der latenten Variable „Organisationale Agilität in der Technologieentwicklung“ wurde zusätzlich eine Häufigkeitsanalyse durchgeführt, indem die Kategorienhäufigkeiten ermittelt wurden (vgl. Kuckartz & Rädiker, 2019, S. 441; Mayring & Fenzl, 2019, S. 634).

Zunächst wurden die Analyseeinheiten für die Durchführung der qualitativen Inhaltsanalyse definiert: Die Kodiereinheit als minimaler Textumfang für die Kategorienzuordnung wurde auf ein Wort beschränkt, die Kontexteinheit als maximaler Textumfang auf einen vollständigen Satz festgelegt. Die Reihenfolge der Auswertungseinheiten ergab sich aus dem Aufbau bzw. der Gliederung des Interviewleitfadens. Die Bildung der Kategorien erfolgte mithilfe eines kombinierten induktiv-deduktiven Verfahrens. Als Grundlage für die induktive Kategorienbildung wurden aus dem transkribierten Material Textpassagen paraphrasiert und in Form von verallgemeinerten Aussagen extrahiert. Die beiden Schritte der Paraphrasierung und Generalisierung beschreiben nach Mayring (2014, 2015) den vorbereitenden Teil der zusammenfassenden Inhaltsanalyse. Die daran anschließende induktive Kategorienbildung erfolgte dann auf Basis der festgelegten Analyseregeln. Zugleich besaß das Vorgehen zur Kategorienbildung auch eine deduktive Komponente (auch strukturierende Inhaltsanalyse genannt (Mayring, 2015, S. 97), indem bei der Kategorienbildung und -benennung auf existierende Begrifflichkeiten und Terminologien von Agilität zurückgegriffen wurde. Als weitere wichtige Stellgröße bei der Bildung von Kategorien bestimmt das Abstraktionsniveau, wie konkret bzw. abstrakt die Benennung einer Kategorie erfolgt (vgl. Mayring, 2014, S. 13). Vorliegend wurde entschieden, die Benennung so abstrakt zu halten, dass, sofern möglich, identifizierte Phänomene technologie- bzw. unternehmensunabhängig formuliert werden. Tabelle 4 verdeutlicht beispielhaft, wie Aussagen hinsichtlich Herausforderungen in der Technologieentwicklung in Kategorien zusammengefasst bzw. zugeordnet wurden.

Tabelle 4: Beispielhaftes Vorgehen bei der Kategorienbildung zu Herausforderungen in der Technologieentwicklung.

Frage	Interview	Aussage	Kategorie
2.3	**A**	„Es trifft oftmals zu, dass die eigentlichen Anforderungen noch gar nicht definiert sind.“	Undefinierte Anforderungen und Anwendungskontexte
2.3	**G**	„Es gibt natürlich verschiedene Möglichkeiten, aber man hat kein stringentes Vorgehen, wo man sagen kann, mit dem erreiche ich das Ziel.“	Unsicherheit des Lösungsweges/Vorgehens
2.3	**H**	„Auf das Thema [anonymisiert] bezogen: da gibt es de facto noch keine Standards - wir definieren die Standards [für die Technologie] quasi selbst.“	Fehlende Standards und Normen
2.3	**P**	„[…] es beginnt mit der Unsicherheit bei der Festlegung, welche Qualifikationen und Kompetenzen es [im Team] überhaupt braucht.“	Unsicherheit des Lösungsweges/Vorgehens

Als Gütekriterien einer inhaltsanalytischen Auswertung werden die beiden Kriterien der Intercoderreliabilität (auch Intercoderübereinstimmung genannt) und der Intracoderreliabilität (auch Intracoderübereinstimmung genannt) angeführt (vgl. Mayring, 2015, S. 636). Die Intracoderreliabilität kann dadurch geprüft werden, dass der bzw. die Forschende die Analyse nach Fertigstellung eines ersten Analysedurchlaufs wiederholt und dabei auch das Kategoriensystem neu entwickelt. Für die Prüfung der Intercoderreliabilität besteht die Möglichkeit, die Inhaltsanalyse parallel durch eine*n zweite*n Forschende*n durchführen zu lassen. Der Grad der Übereinstimmung der Kodiersysteme liefert anschließend einen Hinweis auf die Reliabilität sowie Objektivität des durchgeführten Analysevorgehens (vgl. Mayring & Fenzl, 2019, S. 636). Eine vollständige Übereinstimmung wird hierbei jedoch nicht angestrebt, da die Ergebnisse einer qualitativen Inhaltsanalyse zwangsläufig Interpretationsspielräumen unterliegen. Vielmehr gilt es, Abweichungen zu hinterfragen und über eine angemessene Lösung für die Kodierung zu entscheiden (vgl. Mayring & Fenzl, 2019, S. 637). Im vorliegenden Fall wurde die Auswertung zweimal durch denselben Forschenden sowie ergänzend unabhängig durch einen zweiten Forschenden durchgeführt und die Ergebnisse anschließend verglichen. Vereinzelte Abweichungen bei der Kodierung konnten im Rahmen einer Diskussion mit vertretbarem Aufwand bereinigt werden.

4.2 Ergebnisdarstellung

Nachfolgend werden die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse dargestellt. Der erste Ergebnisteil liefert Erkenntnisse über die Ziele und Herausforderungen in der Technologieentwicklung. Der zweite (Haupt-)Ergebnisteil dient der Beantwortung der **Forschungsfrage F3** und beinhaltet die Ergebnisse der Operationalisierung von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung.

4.2.1 Ziele in der Technologieentwicklung

Zunächst wurden zentrale Ziele zusammengetragen, die Unternehmen mit der Entwicklung neuer Technologien verfolgen. Diese sollten die Motive offenlegen, die Unternehmen dazu antreiben, Forschung und Entwicklung an neuen Technologien zu betreiben.

Technologischer Fortschritt und neues Wissen

Die Analyse der Expert*innenaussagen zeigt, dass technologischer Fortschritt und der Erwerb neuen Wissens wichtige Zielgrößen bei der Arbeit an neuen Technologien darstellen. Darunter fällt nicht nur die unternehmensinterne Wissensentwicklung und -weiterentwicklung, sondern auch die gesellschaftliche Verantwortung der Unternehmen, einen Beitrag zur Steigerung der Reife innovativer Technologien zu leisten. Letzteres ist u. a. auf die Stichprobe zurückzuführen, in der mehrheitlich Unternehmen vertreten waren, die mit ihren Technologien eine aktive Rolle bei der Umsetzung der angestrebten Energiewende übernehmen. Einige Expert*innen wiesen in diesem Zusammenhang auch auf die Bedeutung der Vernetzung mit Forschungspartnern und Universitäten hin, die für einen fachlichen Diskurs von Forschungserkenntnissen wichtig ist.

Steigerung wirtschaftlicher Erfolgsgrößen

In fast allen Interviews wurde die Bedeutung von wirtschaftlichen Kenngrößen bei der Entwicklung neuer Technologien betont. So argumentierte die Mehrheit der Expert*innen, dass Technologieentwicklungsprojekte nicht nur innerhalb von vorab festgelegten finanziellen Budgets erfolgen müssten, sondern zugleich auch dem Anspruch unterliegen, langfristig zu einer Steigerung wirtschaftlicher Erfolgsgrößen beizutragen. Beispielhafte wirtschaftliche Erfolgsgrößen waren dabei Profitabilitäts- bzw. Gewinnsteigerung, Return-on-Investment (d.h. die Rentabilität der getätigten Investition des Unternehmens), Umsatzsteigerung, Marktwachstum oder die Schaffung neuer Märkte.

Verbesserung der Performance einer bestehenden Technologie

Die Ausführungen der Expert*innen zeigten, dass es sich bei den unternehmensinternen Technologieentwicklungen seltener um radikale Innovationsprojekte und häufiger um inkrementelle Weiterentwicklungen bestehender Technologien handelt. Demzufolge liegt der Antrieb bei vielen Technologieentwicklungsprojekten vor allem darin, existierende Technologien zu verbessern oder zu optimieren. Als beispielhafte zentrale Zielgrößen wurden von den Expert*innen Verbesserungen in Bezug auf Qualität oder Leistung sowie Funktionserweiterungen angeführt.

Neue Problemlösungskompetenz und Schlüsselexpertise

Diese Kategorie subsumiert verschiedene durch die Expert*innen hervorgehobene Potenziale einer neuen Technologie. Dabei wiesen viele Expert*innen insbesondere auf die kundenseitigen Mehrwerte einer neuen Technologie hin, die im Idealfall neue Kundennutzenpotenziale schafft und damit auch neue Geschäftsfelder eröffnet. So betonten einige Expert*innen, dass die Entwicklung neuer Technologien oftmals unter der Zielsetzung vorangetrieben wird, eine unternehmensinterne Kompetenzlücke für ein bestehendes Problem zu schließen. Den Unternehmen geht es dabei neben der Erweiterung der bestehenden betrieblichen Kernkompetenzen auch um den Erwerb neuer Schlüsselexpertisen. Beispielhaft genannte Termini waren der „First Mover“ oder der „Pioniergeist“ im jeweiligen Technologiefeld.

4.2.2 Herausforderungen in der Technologieentwicklung

Der Fokus bei der Erarbeitung von Herausforderungen in der Entwicklung neuer Technologien lag auf Facetten, die die Technologieentwicklung komplex bzw. kompliziert machen. Insgesamt konnten vier Kategorien identifiziert werden.

Undefinierte Anforderungen und Anwendungskontexte

Laut der Ausführungen der Expert*innen wurden in einigen Unternehmen Projekte vorangetrieben, in denen Technologieforschung zunächst losgelöst von einem direkten Produktbezug betrieben wurde. Insbesondere bei forschungsintensiven Technologieentwicklungsprojekten sahen die Expert*innen eine Herausforderung darin, bereits in der Entwicklungsphase spezifische Anwendungsbereiche und -kontexte vollumfänglich abzuschätzen. Unvollständige Entwicklungsanforderungen, unklare Kundengruppen oder fehlender Produkt- bzw. Anwendungsbezug sind beispielhafte Aspekte dieser Kategorie. Ferner betonten einige Expert*innen die

Herausforderung, instabile oder dynamische Anforderungen bzw. Anforderungsänderungen beherrschen zu müssen.

Finanzielle Restriktionen

Viele Expert*innen führten eingeschränkte finanzielle Freiheiten im Projektmanagement als Herausforderung an. Dazu zählten sie beispielsweise Budgetrestriktionen bzw. die Notwendigkeit, ein Entwicklungsprojekt stets innerhalb eines zur Verfügung stehenden Kostenrahmens abzuschließen. Gleichzeitig berichteten die meisten Expert*innen, dass für unternehmensinterne Technologieentwicklungsprojekte zudem stets definierte Return-on-Investment-(ROI)-Zielgrößen zu erfüllen sind. Dieser finanzielle Druck führte dazu, dass in einigen Unternehmen Technologieentwicklungsprojekte insbesondere anhand der erwarteten Wirtschaftlichkeit anstatt der technologischen Potenziale ausgewählt wurden.

Fehlende Standards und Normen

Weitere Herausforderungen in der Technologieentwicklung können in der Kategorie „Fehlende Standards und Normen“ zusammengeführt werden. Hierzu führten die Expert*innen an, dass insbesondere bei neuen Technologien noch keine Standardisierungen bzw. Normen vorliegen. Je nach Unternehmensgröße und -einfluss trieben einige Unternehmen eigene Standardisierungsvorschläge voran, was zusätzliche Entwicklungsarbeit bedeutete. Weiterhin hoben einige Expert*innen die Existenz von hohen Sicherheitsanforderungen sowie damit einhergehende regulatorische Hürden bei der Entwicklung neuer Technologien hervor, die in Teilen ebenfalls auf fehlende Standardisierungen zurückgeführt werden können.

Unsicherheit des Lösungsweges/Vorgehens

Diese Kategorie vereint verschiedene Facetten, die laut Ausführungen der Expert*innen die Unsicherheit des Vorgehens aufgrund eines hohen Neuheitswerts bzw. Innovationsgrads im Rahmen der Technologieentwicklung betreffen. Dazu zählten sie ebenfalls die Unsicherheit in Bezug auf den Bedarf von zu erwerbendem Know-How bzw. Kompetenzen, die möglicherweise für die Entwicklungsarbeit erforderlich werden, oder die Schwierigkeit, einzelne Entwicklungsphasen vorab zu planen. Einige weitere Ausführungen der Expert*innen beschrieben das Entwicklungsvorgehen als einen Prozess kontinuierlichen Lernens und reaktiven Neuplanens.

4.2.3 Zielgrößen von Agilität in der Technologieentwicklung

Als nächstes wurden die Expert*innen (N=28) gebeten, ausgehend von ihrem individuellen Agilitätsverständnis, **Zielgrößen von Agilität in der Technologieentwicklung** zu benennen. Abbildung 18 zeigt eine Auflistung der genannten Zielgrößen entsprechend der Häufigkeit ihrer Nennung. Als häufigste Kategorie nannten die Expert*innen eine erhöhte Flexibilität und Reaktionsfähigkeit auf Veränderungen bei der Entwicklung neuer Technologien (n=17), gefolgt von einem verbesserten Kunden- und Anforderungsmanagement (n=16). Eine weitere Zielgröße drückt sich in steileren Lernkurven aus, die durch ein kontinuierliches Ausprobieren und Anpassen in kurzen Entwicklungszyklen erreicht werden können (n=13). Weiterhin verbinden die Expert*innen Agilität mit einer intensiveren Nutzung von Prototypen im Entwicklungspro-

zess, beispielsweise in Form von Mock-Ups oder Minimum-Viable-Products (n=11). Die Befragten nannten auch eine gesteigerte Effektivität und Effizienz im Arbeitsprozess (n=13) sowie eine verbesserte Kommunikation und Feedbackkultur im Entwicklungsteam (n=11). Darüber hinaus gaben sie an, dass Agilität eine schnellere Orientierung und einen verbesserten Umgang mit Unsicherheiten im Technologieentwicklungsprozess ermöglicht (n=10). Weitere genannte Punkte können in den Kategorien einer verbesserten Teamkooperation und -kollaboration (n=9) und einer erhöhten Transparenz über relevantes Wissen sowie Prozesse (n=9) zusammengefasst werden.

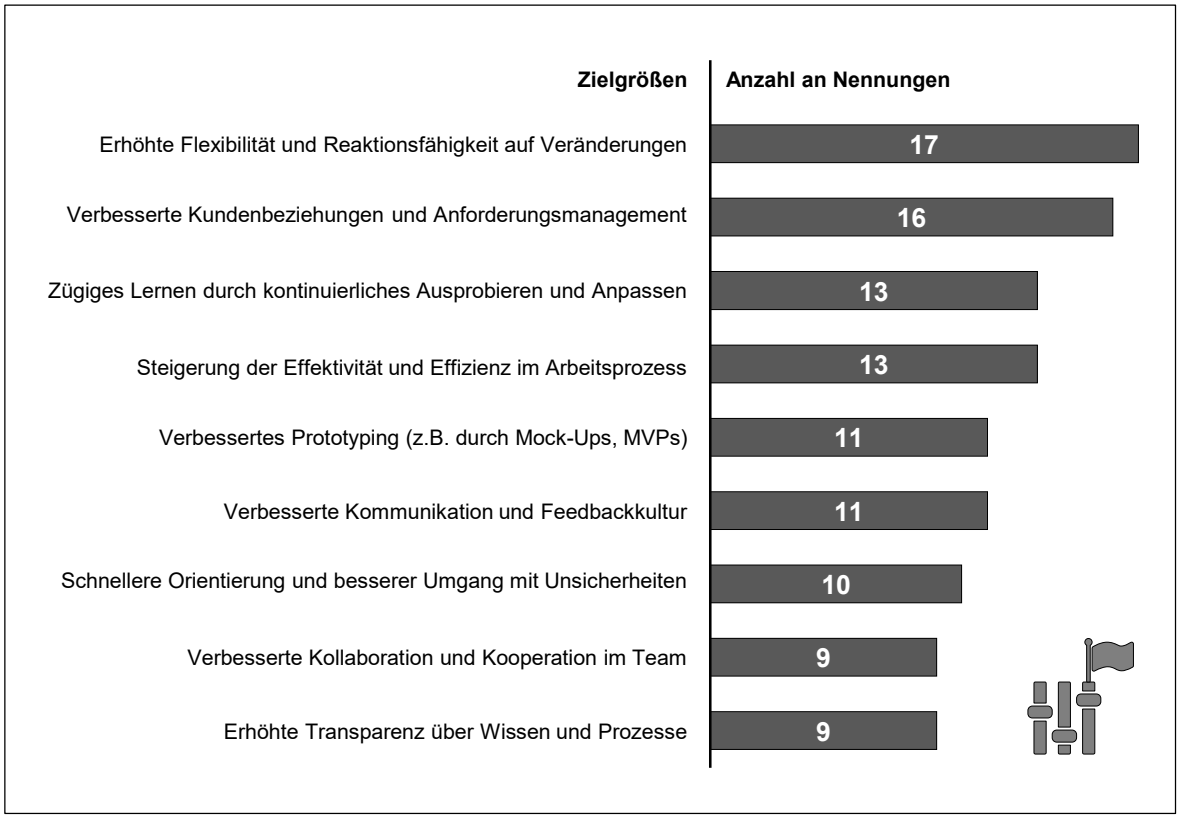


Abbildung 18: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete „Zielgrößen von Agilität in der Technologieentwicklung“ entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).

4.2.4 Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung

Auf die Frage nach **Faktoren organisationaler Agilität auf Individualebene** (siehe Abbildung 19) führten die Expert*innen an, dass die Fähigkeit zu einer offenen und transparenten Kommunikation einen bedeutenden Faktor für Agilität darstellt (n=18). Eine weitere wichtige Eigenschaft – insbesondere für die wissensintensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit – liegt in der Lernbereitschaft und Neugierde, sich in neue Themenfelder einzuarbeiten (n=18). Häufige Anforderungsänderungen und Prozessanpassungen, insbesondere in frühen Entwicklungsphasen, erfordern von Technologieentwickler*innen zudem die Fähigkeit zum Umgang mit Veränderungen sowie zur Offenheit diesen gegenüber (n=17). Eine breite (vielseitige) Kompetenz und Expertise im Technologiefeld wurde in den Interviews als wichtige Vorausset-

zung zur Bewältigung der immer komplexer werdenden Entwicklungsanforderungen hervorgehoben (n=15). Weiterhin betonten die Expert*innen die Bedeutung von Motivation und Commitment bei der Entwicklungsarbeit (n=13) sowie Proaktivität und Bereitschaft, Verantwortung zu übernehmen (n=13).

Abbildung 19: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Individualebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).

Die Fähigkeit, unter Unsicherheit arbeiten und entscheiden zu können, stellt laut den Expert*innen insbesondere in Entwicklungsvorhaben mit einem hohen Neuheitswert eine wichtige Kompetenz dar (n=11). Aussagen der Befragten, die sich auf den geeigneten Umgang mit Drucksituationen im Forschungs- und Entwicklungsprojekt beziehen (n=8), können unter den Begriff der Resilienz subsumiert werden. Weiterhin hoben die Expert*innen die Faktoren Eigenverantwortlichkeit und Selbstorganisation (n=10) sowie eine ziel- und lösungsorientierte Arbeitsweise hervor (n=12). Letztere umfasst beispielsweise auch die Fähigkeit, Aufgaben eigenständig priorisieren zu können. Team- und Kooperationsfähigkeit (n=10) wurde ebenso als wichtiger Faktor eingestuft, wie der Enthusiasmus, sich für innovative technische Lösungen zu begeistern (n=9). Zuletzt beschreibt die Kategorie Selbstreflexion die individuelle Kompetenz, die eigene Leistungsfähigkeit realistisch einschätzen zu können (n=8).

Unter den **Faktoren organisationaler Agilität auf Teamstrukturebene** (siehe Abbildung 20) wurde eine interdisziplinäre und cross-funktionale Teamzusammensetzung als häufigster Aspekt genannt (n=18). Des Weiteren betonten die Expert*innen die Bedeutung einer flachen Teamhierarchie (n=17) sowie eine überschaubare Teamgröße (n=13) als relevante Faktoren. Bei der Teamzusammensetzung sollte darauf geachtet werden, dass gemeinsame Werte, beispielswiese in Bezug auf die Zusammenarbeit, geteilt werden und dass ein einheitliches Verständnis von den Projektzielen vorliegt (n=16). Die Expert*innen stuften häufige Personalrotationen als Hemmnis für eine agile Teamkollaboration ein und formulierten im Umkehrschluss die Anforderung, dass Teammitglieder nach Möglichkeit wenige (im Idealfall keine) Parallelprojekte bearbeiten (n=13) und zudem, dass Kontinuität bzw. Stabilität in der Teambesetzung gewährleistet sein sollte (n=12). In Bezug auf die fachliche Teamkomposition hoben die Expert*innen ergänzend zur Interdisziplinarität hervor, dass die Teammitglieder entsprechend ihrer Fachdisziplinen so zu wählen seien, dass alle relevanten Expertisen im Team vertreten sind und eine gute fachliche Unterstützung durch die verschiedenen fachlichen Hintergründe ermöglicht wird (n=11). Insbesondere hinsichtlich des zu erforschenden Technologiebereichs sollten technische Fachexpert*innen im Team vertreten sein (n=11). Die Interviewergebnisse umfassen zudem verschiedene Faktoren, die den Aspekt der Diversität in der Teamzusammensetzung adressierten. Diesbezüglich wird es als agilitätsförderlich angesehen, wenn im Technologieentwicklungsteam sowohl Teammitglieder mit geringer als auch mit hoher Berufserfahrung sowie Vorerfahrung im jeweiligen Technologiefeld vertreten sind (n=10). Ebenso sollten auch Personen aus unterschiedlichen verantwortlichen Positionen und Abteilungen im Unternehmen Teil des Teams sein (n=8). Zudem schätzten einige Expert*innen es als positiv ein, wenn Teammitglieder mit unterschiedlichen Arbeitsweisen oder Persönlichkeiten im Team vertreten sind und damit auch unterschiedliche Rollen im Team ausgefüllt werden (n=10). In diesem Zusammenhang wurden auch Faktoren, wie eine eher informelle und variable Rollenzuteilung im Team (n=9) sowie das teaminterne Verteilen von Aufgaben und Zuständigkeiten (n=8) von den Expert*innen genannt. Die Fähigkeit des Teams, die eigene Produktivität und Kapazität realistisch einschätzen zu können, wurde als ein weiterer förderlicher Faktor eingestuft (n=6).

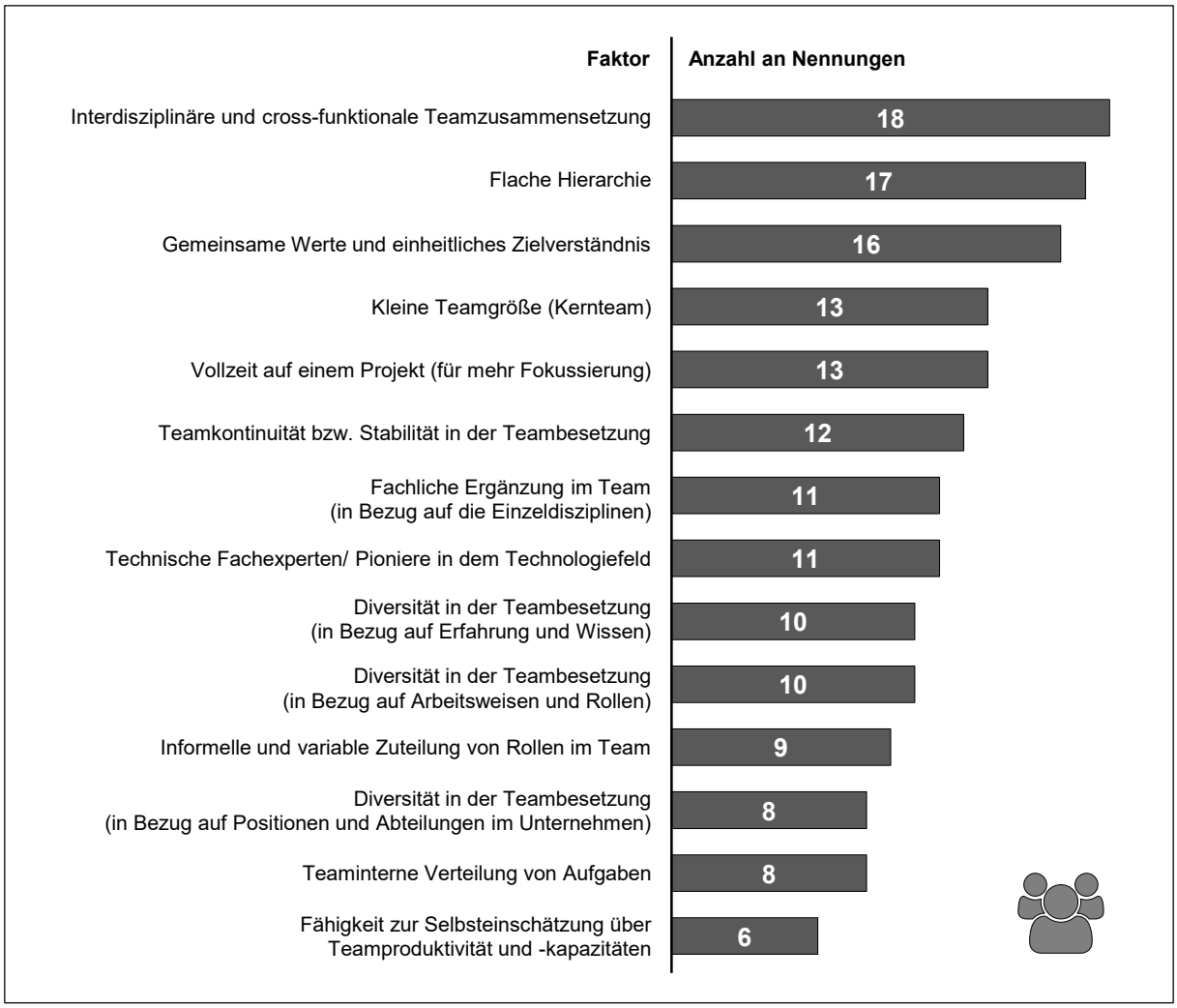


Abbildung 20: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Teamstrukturebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).

Im Hinblick auf die **Faktoren organisationaler Agilität auf Teamprozessebene** (siehe Abbildung 21) zeigt sich, dass das Verständnis der Expert*innen ganz wesentlich durch die zahlreichen agilen Methoden und Rahmenwerke geprägt ist. So führten die Expert*innen die Gestaltung von Prozessen in kurzen definierten Entwicklungsphasen (Iterationen) (n=20) als den am häufigsten genannten Aspekt an. In direkter Verbindung dazu steht auch der nächste Faktor, der das teaminterne Planen dieser Arbeitsphasen und das Abhalten regelmäßiger Update-Meetings umfasst (n=17). Gerade im Zusammenhang mit Technologieentwicklungsprojekten betonten die Expert*innen den positiven Effekt von kontinuierlichem Feedback für den Projektfortschritt (n=16), beispielsweise durch externe Forschungspartner oder Kunden. Als weiterer wichtiger Aspekt wurde eine gute Diskussionskultur und eine kontinuierliche Kommunikation im Projektteam genannt, um den fachlichen Austausch und den Informationsfluss zu unterstützen (n=14). Angelehnt an den Begriff der Retrospektive definiert sich ein agiler Teamprozess laut den Ausführungen der Expert*innen auch über das regelmäßige Reflektieren der Zusammenarbeit im Team (n=13), auch wenn die Bewertung der Nützlichkeit dieses Prozessbausteins durch die Expert*innen teilweise unterschiedlich ausfiel. Ein agiler Teamprozess in der Technologieentwicklung definiert sich laut den Aussagen der Befragten darüber hinaus über

das regelmäßige Erstellen von Produktinkrementen (n=13). Diese können beispielsweise in Form von Mock-Ups oder Minimum-Viable-Products (MVP) konstruiert werden. Viele Expert*innen bewerteten das regelmäßige Testen des Ergebnisfortschritts und die Synthese neuer technischer Erkenntnisse als wichtigen Stellhebel bei der Entwicklung neuer Technologien (n=13). Unterstützend wirkt sich ihren Ausführungen zufolge auch die kontinuierliche Zugänglichkeit und Transparenz über Forschungsdaten und Publikationen (n=11) im Prozess aus, um stets über einen aktuellen Informationsstand zu verfügen. Als förderlich wurden auch enge fachliche (Projekt-)Kooperationen, beispielsweise mit Forschungsinstitutionen und Universitäten, eingestuft (n=8). Neben einer ziel- und ergebnisorientierten Arbeitsweise (n=12) nannten die Expert*innen auch die Gestaltung des Prozesses im Hinblick den Mut und die Freiheit zum Ausprobieren neuer Dinge als weiteren Faktor (n=10).

Abbildung 21: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Teamprozessebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).

Die Expert*innen führten zudem verschiedene prozessuale Gestaltungsansätze ins Feld, die sich zur Kategorie „Monitoring des Projektfortschritts und der Auslastung“ zusammenfassen lassen (n=11). Hierunter fallen beispielsweise Tools, mit deren Hilfe in Bearbeitung befindliche

Aufgaben visualisiert und Projektfortschritt und Auslastung transparent gemacht werden können. Derartige Unterstützungssysteme erleichtern gleichzeitig auch ein regelmäßiges Reflektieren und Adaptieren des Gesamtprojektplans (n=7). Nicht zuletzt aufgrund der oftmals nur unvollständig definierten oder dynamischen Anforderungen in innovativen Entwicklungsprojekten sind Tools für ein klares und transparentes Anforderungsmanagement aus Sicht der Expert*innen ein weiterer wichtiger Baustein (n=7).

In Bezug auf die **Faktoren organisationaler Agilität auf Unternehmensebene** (siehe Abbildung 22) ist die Schaffung einer vertrauensvollen Atmosphäre und von Handlungsfreiraum für das Projektteam anstatt eines kontrollierenden Umfeldes der am häufigsten genannte Aspekt (n=18). Darauf folgt die Nennung der für eine erfolgreiche Technologieentwicklung ausreichenden Verfügbarkeit benötigter Ressourcen und Infrastruktur (n=17). Hier wurde beispielsweise die räumliche Nähe der Teammitglieder hervorgehoben, um unter anderem eine intensive und direkte Kommunikationskultur im Projektteam zu ermöglichen (n=11). Gleichzeitig betonten die Expert*innen, dass auch verschiedene betriebliche digitale Kollaborationstools hilfreich seien, um die Zusammenarbeit und Wissensweitergabe im Team zu intensivieren (n=14). Die Offenheit des Unternehmens bzw. der Führungskräfte gegenüber neuen Methoden und Konzepten (beispielsweise in Bezug auf die Einführung und Nutzung agiler methodischer Bausteine) wurde ebenso hervorgehoben (n=13), wie der seitens der Unternehmensführung gewährte Freiraum, als Team auch eigenständig Entwicklungsversuche unternehmen und Erfahrungen sammeln zu können. Diese Aspekte werden in der Kategorie „Fehlerkultur und Toleranz“ zusammengefasst (n=13). Sie grenzen dabei an den Faktor der persönlichen Arbeitsplatzsicherheit für die Teammitglieder bzw. das Projektteam an (n=6). Dieser bedeutet u. a., dass Misserfolge im Projektverlauf nicht als Misserfolge einzelner Teammitglieder oder Verantwortlichkeiten gewertet werden und dass somit auch in innovativen bzw. risikobehafteten Entwicklungsvorhaben die Arbeitsplatzsicherheit stets gewährleistet ist. Weiterhin unterstützt das Anbieten von systematischen Weiterbildungs- und Entwicklungsprogrammen dabei, sukzessive neue Kompetenzen im Hinblick auf zukünftige Entwicklungsaufgaben herauszubilden (n=13). Gleichzeitig verdeutlichten die Technologieentwickler*innen die Bedeutung der Existenz einer Technologiestrategie des Unternehmens (n=11). Langfristige Kontinuität und Planbarkeit in dem relevanten Technologiefeld ermöglichen es dem Technologieentwicklungsteam systematisch Wissen und Know-How herauszubilden. Als weiteren wichtigen agilitätsförderlichen Aspekt betonten die Expert*innen die Erlaubnis, bei Bedarf auch mal von bestehenden Unternehmensprozessen abweichen zu dürfen, um beispielsweise Beschaffungen von benötigten Bauteilen oder Genehmigungen zu beschleunigen (n=10). Dies korrespondiert mit einem weiteren von den Expert*innen genannten Aspekt, der die Verschlankung und Flexibilisierung von Prozessen zum Gegenstand hat (n=7). Als Beispiel nannten die Expert*innen hier die Reduzierung von bürokratischen Unternehmensprozessen. Des Weiteren wurde der Aspekt der stufenweisen Verantwortungsübertragung und Befähigung des Projektteams zur eigenständigen Entscheidungsfindung betont (n=7). Um den Informationsfluss im Projektteam zu fördern, betonten die Expert*innen den nicht zu unterschätzenden Einfluss von Möglichkeiten zum inoffiziellen Austausch und Netzwerken (n=9).

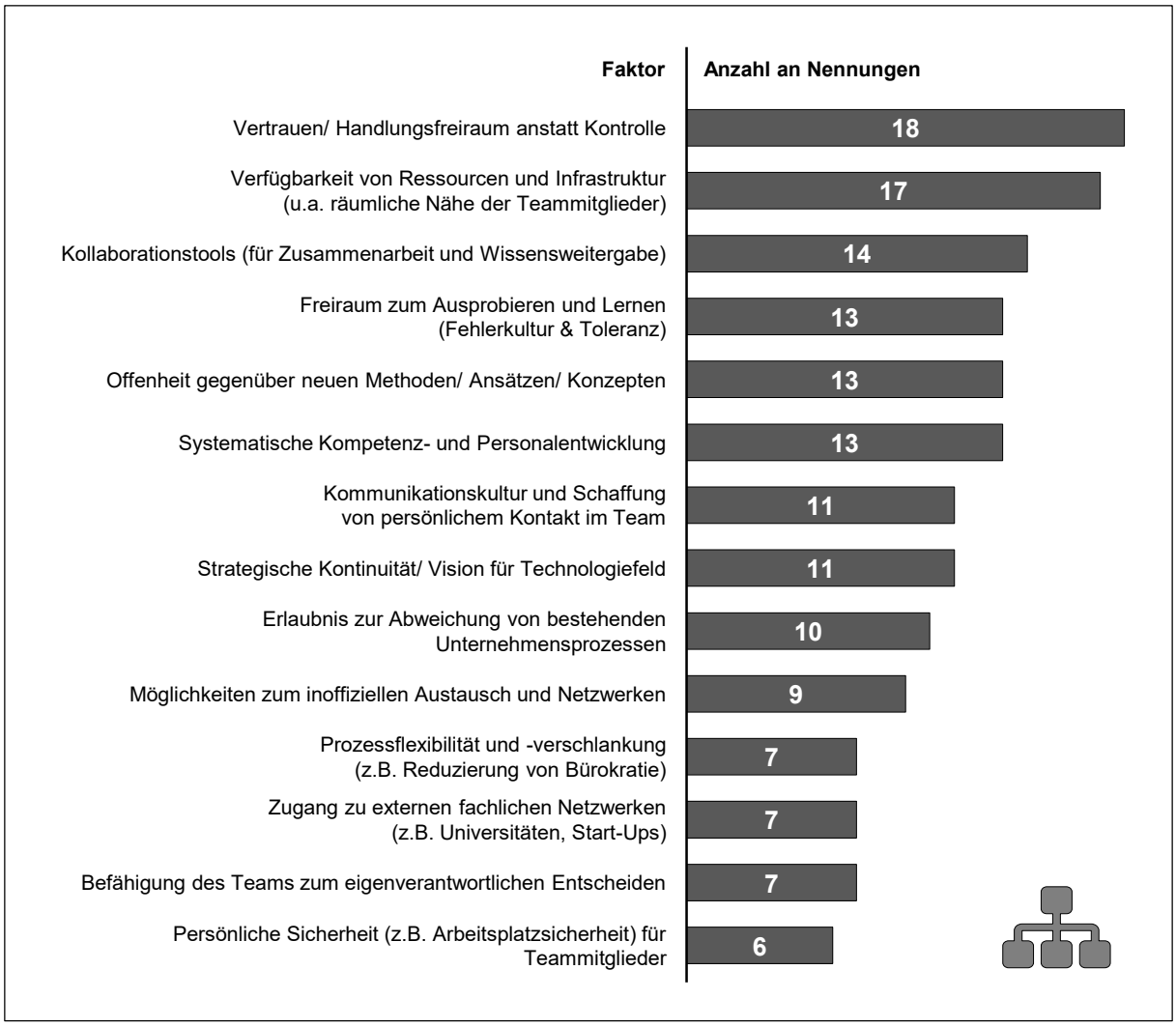


Abbildung 22: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Unternehmensebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).

4.3 Diskussion und Zwischenfazit

Mit den dargelegten Ergebnissen der explorativen Interviewstudie konnte die **Forschungsfrage F3** beantwortet werden, indem Faktoren von organisationaler Agilität im Kontext der Technologieentwicklung identifiziert wurden. Hierzu wurden Technologieentwicklungsexpert*innen mit praktischen und/oder theoretischen Vorkenntnissen zu agilen Methoden und Konzepten danach befragt, was aus ihrer Sicht agilitätsförderliche organisationale Faktoren in der Technologieentwicklung darstellen. Die Faktoren wurden entlang der vier organisationalen Dimensionen Individuum, Teamstruktur, Teamprozess und Unternehmen strukturiert.

Die zusammengetragenen Ergebnisse der Interviewstudie leiten zugleich von den vorhergehenden **Forschungsfragen F1 und F2** zur nachfolgenden **Forschungsfrage F4** dieser Arbeit über. Zum einen übersetzen die Interviewergebnisse das abstrahierte Verständnis von Agilität (siehe Kapitel 2) in konkrete organisationale Faktoren. Zum anderen bildet die Faktoren die Grundlage für die nun anschließende Operationalisierung des Konstrukts zur Untersuchung

des Einflusses organisationaler Agilität auf die Teamzusammenarbeit in Technologieentwicklungsprojekten.

Zunächst konnten in Kapitel 4.2.1 die aus Sicht der Expert*innen einschlägigen Zielgrößen in der Technologieentwicklung herausgearbeitet werden. Diese liefern einen Überblick über diejenigen Aspekte, die Unternehmen dazu motivieren, Forschung und Entwicklung an neuen Technologien zu betreiben. Anschließend wurden in Kapitel 4.2.2 Herausforderungen in der Forschungs- und Entwicklungsarbeit identifiziert, die den Bedarf nach agilen Organisationsformen unterstreichen.

In Kapitel 4.2.3 wurden Zielgrößen von Agilität in der Technologieentwicklung erhoben. Insgesamt zeigt sich, dass die hier durch die Expert*innen genannten Größen sehr stark durch das von agilen Methoden und Rahmenwerken vermittelte Verständnis geprägt sind. Steigerungen in der Flexibilität, verbesserte Kundenbeziehungen oder schnellere Lernkurven im Entwicklungsprozess sind Beispiele, die u. a. auch in einschlägigen agilen Frameworks als Zielgrößen postuliert werden (siehe Kapitel 2).

Die Ergebnisse in Kapitel 4.2.4 bestätigen zunächst die aus der Teamforschung entlehnte Differenzierung in die vier organisationalen Dimensionen – Individuum, Teamstruktur, Teamprozess und Unternehmen, indem die befragten Expert*innen zu allen Dimensionen zahlreiche Faktoren benennen konnten. Durch die umfangreiche Benennung von Faktoren auf allen Dimensionen ist davon auszugehen, dass auch bei anschließenden Untersuchungen eine Berücksichtigung der vier Dimensionen für eine ganzheitliche Betrachtung sinnvoll ist.

Hinsichtlich der ermittelten Faktoren auf **Individualebene** zeigen sich Übereinstimmungen mit den einschlägigen Attributen des „Workforce-Agility“-Konstrukts, z. B. nach Sherehiy et al. (2007), Tamtam und Tourabi (2020) oder Lai et al. (2021). Dazu zählen beispielsweise die Faktoren Proaktivität, Motivation und Verantwortungsübernahme, aber auch Aspekte wie Anpassungsfähigkeit oder die Bereitschaft, sich neue Kompetenzen anzueignen. Der besondere Bezug zur Technologieentwicklung wird aus den genannten Charakteristika einer breiten fachlichen Kompetenz und Expertise, dem Enthusiasmus für technische Exzellenz oder der Fähigkeit, unter Unsicherheit arbeiten und entscheiden zu können, deutlich. Auf **Teamstrukturebene** zeigen die gelisteten Faktoren inhaltliche Überschneidungen mit den Agilitätsdefinitionen nach Lee und Xia (2010) oder Sherehiy et al. (2007). Ein Technologieentwicklungsteam sollte zudem über (zumindest einzelne) Pionier*innen bzw. technische Expert*innen im relevanten Technologiefeld verfügen und wenige Änderungen in der Teambesetzung im Verlauf des Technologieentwicklungsprojekts aufweisen. Die Faktoren auf **Teamprozessebene** sind vor allem durch etablierte agile Methoden und Rahmenwerke geprägt (siehe z. B. Abrahamsson et al. (2003) oder Karlström und Runeson (2006)). Im Kontext der Technologieentwicklung wird ergänzend der Beitrag externer Fachleute und Forschungsnetzwerke sowie der Zugang zu Forschungsdaten und Publikationen angeführt. Auf **Unternehmensebene** stechen als agilitätsförderliche Faktoren in der Technologieentwicklung insbesondere das Angebot systematischer Weiterbildungsprogramme in technischen Themenfeldern, die Mitwirkung des Unternehmens in Forschungskooperationen sowie eine langfristige Technologiestrategie des Unternehmens heraus.

Limitationen des qualitativen Studienformats müssen vor allem vor dem Hintergrund des Vorgehens zur qualitativen Inhaltsanalyse diskutiert werden. So handelt es sich bei der qualitativen Inhaltsanalyse um ein interpretatives Verfahren, dessen Ergebnisse selbst bei akribischer Definition aller Analyseregeln und Festlegung der Kodiereinheiten in nicht unerheblichem Maße durch die Auslegung der Forschenden geprägt werden (vgl. Mayring, 2015, S. 32 ff.). Insbesondere für explorativ angelegte Studiendesigns und Forschungsfragen bietet dieses Verfahren methodische Vorteile, da latente Phänomene im Gespräch mit Expert*innen inhaltlich erschlossen werden können. Voraussetzung hierzu ist, dass die Interviewten mit größtmöglicher Offenheit antworten (vgl. Helfferich, 2019, S. 672). Ein Nachteil gegenüber quantitativen Befragungen liegt in der Gefahr, dass die Ergebnisse möglicherweise aufgrund unterschiedlicher interpretativer Auslegungen und selektiver Wahrnehmungen durch die Forschenden verzerrt werden können (siehe z. B. Diekmann, 2008, S. 47 ff.). Insgesamt stellt die beschriebene und wie im vorliegenden Fall angewandte Vorgehensweise zur Prüfung der Inter- und Intracoderreliabilität jedoch ein verlässliches Verfahren dar, um die Wahrscheinlichkeit einer größeren fälschlich subjektiven Interpretation zu reduzieren (vgl. Mayring & Fenzl, 2019, S. 635 ff.; Steinke, 2019, S. 319 ff.). Eine umfassendere Analyse von Interpretationsparadigmen, wie sie beispielsweise in Mayring (2015, S. 32 ff.) beschrieben ist, konnte aus studienökonomischen Gründen allerdings nicht umgesetzt werden. Ferner sind im Gegensatz zu einer schriftlichen Befragung Beeinflussungen durch ein möglicherweise vorliegendes asymmetrisches Interviewende*r-Interviewte*r-Rollenverhältnis einzukalkulieren. Zwar schaffte die Nutzung eines Interviewleitfadens Struktur und Vergleichbarkeit, allerdings weist die Interviewsituation stets einen künstlichen Charakter auf, da die Kommunikation nicht der Alltagskommunikation entspricht und der bzw. die Interviewende die interviewte Person aus einer spezifischen Rolle heraus anspricht. Hierbei kann nie vollständig ausgeschlossen werden, dass das Setting, die eigene Rolle im Gespräch und das Verhältnis zur interviewenden Person die Interviewten in ihrem Antwortverhalten beeinflusst und zu verzerrten Antworten führt (vgl. Helfferich, 2019, S. 670).

Insgesamt konnten mithilfe der durchgeführten Interviewstudie (**Studie 3**) zur Beantwortung der **Forschungsfrage F3** Faktoren für organisationale Agilität in der Technologieentwicklung identifiziert werden.

5 Konzeption eines Teammodells für die Technologieentwicklung

In den folgenden beiden Kapiteln 5 und 6 wird zur Beantwortung von **Forschungsfrage F4** ein Teammodell entwickelt und empirisch evaluiert (**Studie 4**), welches die Untersuchungsgrößen der organisationalen Agilität mit der Teamzusammenarbeit sowie dem Projekterfolg in Technologieentwicklungsprojekten in Beziehung setzt. In Kapitel 5 erfolgt zunächst die Konzeption des Untersuchungsmodells und die Operationalisierung der Untersuchungsgrößen. Die Durchführung der Fragebogenstudie und die empirische Evaluation des Modells wird in Kapitel 6 beschrieben.

Zu Beginn des vorliegenden Kapitels gilt es, eine geeignete empirische Methode auszuwählen. Anschließend erfolgt die theoretische Konzeption des Teammodells, u. a. auf Basis modelltheoretischer Erkenntnisse aus der Analyse einschlägiger Modelle der Gruppen- und Teamforschung in Kapitel 2. Für die Modellkonzeption werden die identifizierten Dimensionen von organisationaler Agilität mit den Erkenntnissen der Gruppen- und Teamforschung für den Anwendungskontext der Technologieentwicklung zusammengeführt. Der zweite Teil des vorliegenden Kapitels umfasst die Hypothesenherleitung und -definition. Im dritten Teil erfolgen die Spezifikation und die Operationalisierung der Messmodelle.

5.1 Forschungsmethode

In der wissenschaftlichen Betrachtung sowie in der Praxis besitzt die Konzeption von Modellen einen zentralen Stellenwert, um komplexe Sachverhalte erklären und prognostizieren zu können (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 3 ff.). Eine wichtige Voraussetzung für die Konzeption von Modellen ist ein theoretisch oder sachlogisch begründetes Verständnis von den Zusammenhängen des zu untersuchenden Sachverhalts (vgl. Backhaus et al., 2016, S. 581 f.).

In den Vorstudien wurde bereits deutlich, dass organisationale Agilität nicht als eindimensionales Konstrukt erhoben werden kann. Mit Blick auf die Untersuchungsansätze und -ergebnisse der Teamforschung sowie die bislang vorliegenden Erkenntnisse zur Beschreibung und Messung von organisationaler Agilität ist davon auszugehen, dass mit dem hier vorliegenden Untersuchungskontext ein typischer Anwendungsfall für die Strukturgleichungsmodellierung vorliegt. Vor allem auch im Hinblick auf die angestrebte Ableitung von konkreten Gestaltungsempfehlungen bietet sich die **Strukturgleichungsmodellierung** an und wird deshalb nachfolgend als Methode für die Modellierung und Analyse ausgewählt.

Die Strukturgleichungsmodellierung ermöglicht es, Aussagen über Zusammenhänge zwischen Erscheinungsgrößen der Wirklichkeit formal so zu erfassen, dass ihre Gültigkeit einer statistischen Prüfung unterzogen werden kann (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 3 ff.). Hierfür sind eine empirische Messbarkeit der Größen und die Überführung der postulierten Zusammenhänge in eine formale Struktur erforderlich (vgl. Backhaus et al., 2016, S. 581 f.). Den Ausgangspunkt der Strukturgleichungsmodellierung bildet dabei immer die Konzeption eines empirisch prüfbaren hypothetischen Modells (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 3 ff.). Nach

Weiber und Mühlhaus (2014, S. 7) lässt sich folgende Definition festhalten: „Strukturgleichungsmodelle bilden a-priori formulierte und theoretisch und/oder sachlogisch begründete komplexe Zusammenhänge zwischen Variablen in einem linearen Gleichungssystem ab und dienen der Schätzung der Wirkungskoeffizienten zwischen den betrachteten Variablen sowie der Abschätzung von Messfehlern“.

Der Aufbau eines Strukturgleichungsmodells umfasst zwei Ebenen (siehe Abbildung 23). Das innere Modell stellt das Strukturmodell dar und beschreibt die Zusammenhänge zwischen nicht direkt beobachtbaren, sog. latenten, Konstrukten (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 586 f.). Latente Konstrukte werden in diesem Zusammenhang auch als hypothetische Konstrukte bezeichnet, die abstrakte Inhalte beschreiben und bei denen sich nicht unmittelbar entscheiden lässt, ob der betrachtete Sachverhalt auch in der Realität vorliegt oder nicht (vgl. Backhaus et al., 2015, S. 67 f.). Im vorliegenden Beispiel besteht das Modell aus zwei exogenen und zwei endogenen Variablen, die über (direkte bzw. indirekte) Wirkzusammenhänge miteinander verbunden sind. Endogene latente Variablen stellen dabei den Vorgänger (Ursache) und exogene latente Variablen (oder auch Prädiktorvariablen) den Nachfolger im Beziehungsgeflecht dar. Variablen, die sowohl eine endogene als auch eine exogene Variable darstellen, werden auch als intervenierende Variable bezeichnet (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 23). Die Art des Zusammenhangs zwischen den endogenen und exogenen latenten Variablen wird über die sogenannten Pfadkoeffizienten angegeben (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 586 f.).

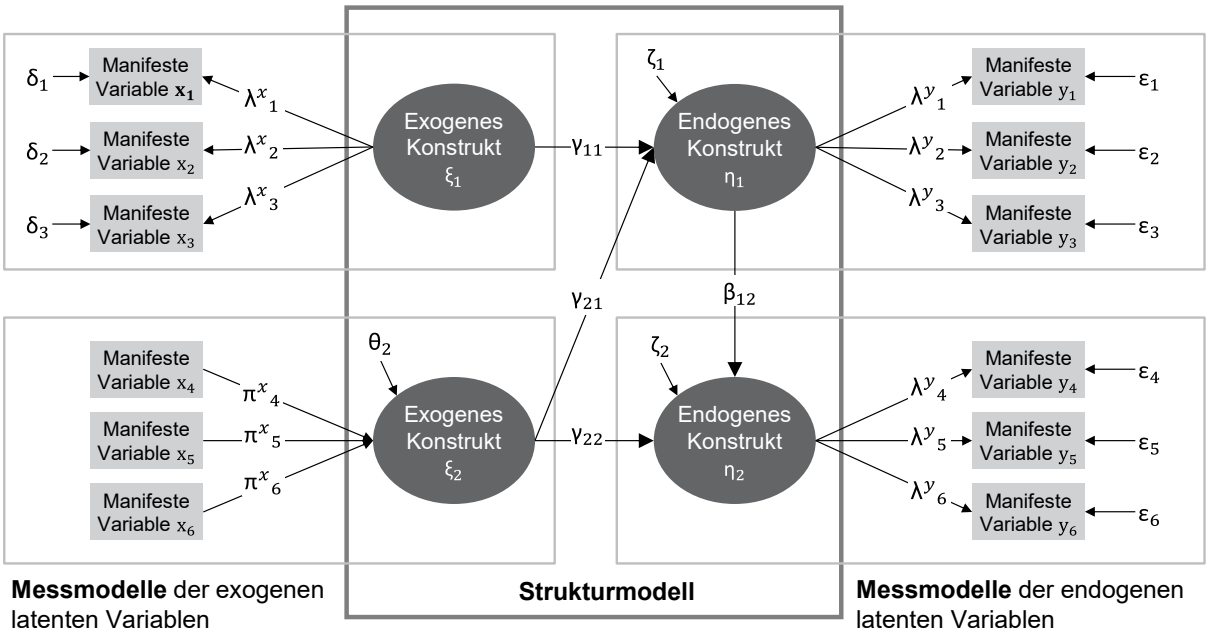


Abbildung 23: Beispielhafte Darstellung eines vollständigen Pfadmodells i.A.a. Schloderer et al. (2009, S. 586).

Jede latente Variable des Strukturmodells wird über manifeste (also direkt beobachtbare bzw. messbare) Variablen operationalisiert. Diese Operationalisierung einer latenten Variable wird als Messmodell (äußeres Modell) bezeichnet. Die Pfeilrichtung zwischen den manifesten Variablen und dem latenten Konstrukt kennzeichnet, ob es sich um ein formativ oder ein reflektiv spezifiziertes Konstrukt handelt (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 587). In dem hier beispielhaft

dargestellten Pfadmodell liegen drei reflektive und ein formatives Konstrukt vor. Die Beziehung (Pfeilverbindung) zwischen einer (reflektiv spezifizierten) latenten Variablen und einem zugehörigen reflektiven Indikator wird als Faktorladung bezeichnet. Im Gegensatz dazu lässt sich die Beziehung zwischen einem formativ spezifizierten latenten Konstrukt und einem zugehörigen Indikator als Gewicht im Sinne einer multiplen Regressionsanalyse interpretieren (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 587).

Die Strukturgleichungsmodellierung bietet gegenüber klassischen Analyseverfahren den Vorteil, dass sie eine simultane Berücksichtigung mehrerer Indikatoren pro Konstrukt im Messmodell und mehrerer Zusammenhänge zwischen Konstrukten im Strukturmodell ermöglicht (vgl. Backhaus et al., 2016, S. 581 f.). Zudem können Messfehler explizit berücksichtigt werden (vgl. Jahn, 2007, S. 3). Grundsätzlich kann im Bereich der Strukturgleichungsmodellierung zwischen zwei Herangehensweisen zur Modellschätzung unterschieden werden: dem **kovarianzbasierten** und dem **varianzbasierten Ansatz**. Der kovarianzbasierte Ansatz ist ein verbreiteter Ansatz zur Schätzung und Evaluation von Strukturgleichungsmodellen und wird am häufigsten als Maximum Likelihood-Schätzung durchgeführt. Er beschreibt einen auf dem Fundamentaltheorem der Faktorenanalyse basierenden Ansatz und ermöglicht die simultane Schätzung aller Modellparameter auf Basis der empirischen Varianz-Kovarianzmatrix (vgl. Jahn, 2007, S. 11 ff.; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 54 ff.). Demgegenüber hat auch der varianzbasierte Ansatz, der sich auf die Partial-Least-Squares-Methode (PLS) stützt, zuletzt vermehrt Anwendung in der Forschung gefunden (vgl. Jahn, 2007, S. 14). Das auf der „Kleinste-Quadrate-Schätzung“ basierende Vorgehen ermittelt fallbezogen konkrete Schätzwerte für die latenten Variablen aus den Messdaten und schätzt hiermit die Parameter des Strukturmodells (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 67).

Der varianzbasierte PLS-Ansatz weist gegenüber dem kovarianzbasierten Ansatz einige Vorteile auf: So ist der PLS-Ansatz vorzuziehen, wenn der Untersuchung noch keine umfassend etablierte Theorie zugrunde liegt und somit ein eher explorativer Forschungsansatz verfolgt wird (vgl. Hair et al., 2017, S. 27). Darüber hinaus ist der varianzbasierte Ansatz geeigneter, wenn als Forschungsziel eine hohe Prognosequalität bei der Erklärung von abhängigen Konstrukten erzielt werden soll (vgl. Hair et al., 2017, S. 13). Ein Vorteil von varianzanalytischen gegenüber kovarianzbasierten Strukturmodellen liegt zudem darin, dass weniger restriktive Anforderungen an die Annahme von Verteilungen (z. B. die Vorrausetzung einer Normalverteilung) oder die Berücksichtigung von Identifikationsproblemen (z. B. durch zu viele formativ spezifizierte Messmodelle) bestehen. Insbesondere letzteres macht das varianzbasierte PLS-Verfahren für die Auswertung von komplexen Modellen interessant. Das varianzbasierte Verfahren ist außerdem bereits für kleinere Stichproben geeignet (vgl. Hair et al., 2017, S. 28f.).

Für das in dieser Arbeit zu entwickelnde Strukturgleichungsmodell wird daher der varianzbasierte PLS-Ansatz gewählt. Die konkreten Gründe liegen insbesondere darin, dass (wie später ausführlicher erläutert) überwiegend formativ spezifizierte Konstrukte eingesetzt werden, eine komplexe Modellstruktur mit zahlreichen Konstruktabhängigkeiten vorliegt und eine ausgewählte (und damit tendenziell kleinere) Stichprobe von Technologieentwickelnden erwartet wird.

Das weitere Vorgehen (siehe Abbildung 24) orientiert sich im Wesentlichen an den Empfehlungen für die PLS-basierte Strukturgleichungsmodellierung nach Hair et al. (2017). Das zweistufige Vorgehen beinhaltet zum einen die theoretische Konzeption des Strukturmodells sowie die Spezifikation der Messmodelle und zum anderen die empirische Auswertung und Evaluation der Ergebnisse (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 86). die einzelnen Teilschritte des Vorgehens in Anlehnung Hair et al. (2017, S. 26), erweitert um die zusätzlich in dieser Arbeit vorgenommenen Zwischenschritte. Die in Kapitel 5 erläuterten Schritte dienen der theoretischen Modellkomposition (Auswahl der Modellstruktur, Spezifikation von Struktur- und Messmodellen, Bildung von Hypothesen). Kapitel 6 beinhaltet anschließend die Modellüberprüfung, beginnend mit der Datenerhebung über die Überprüfung der Messmodelle und des Strukturmodells bis hin zur Interpretation der Ergebnisse. Sowohl die (einleitende) Forschungskonzeption als auch die (finale) Ergebnisinterpretation erfolgen demnach vorrangig auf der Ebene des (inneren) Strukturmodells.

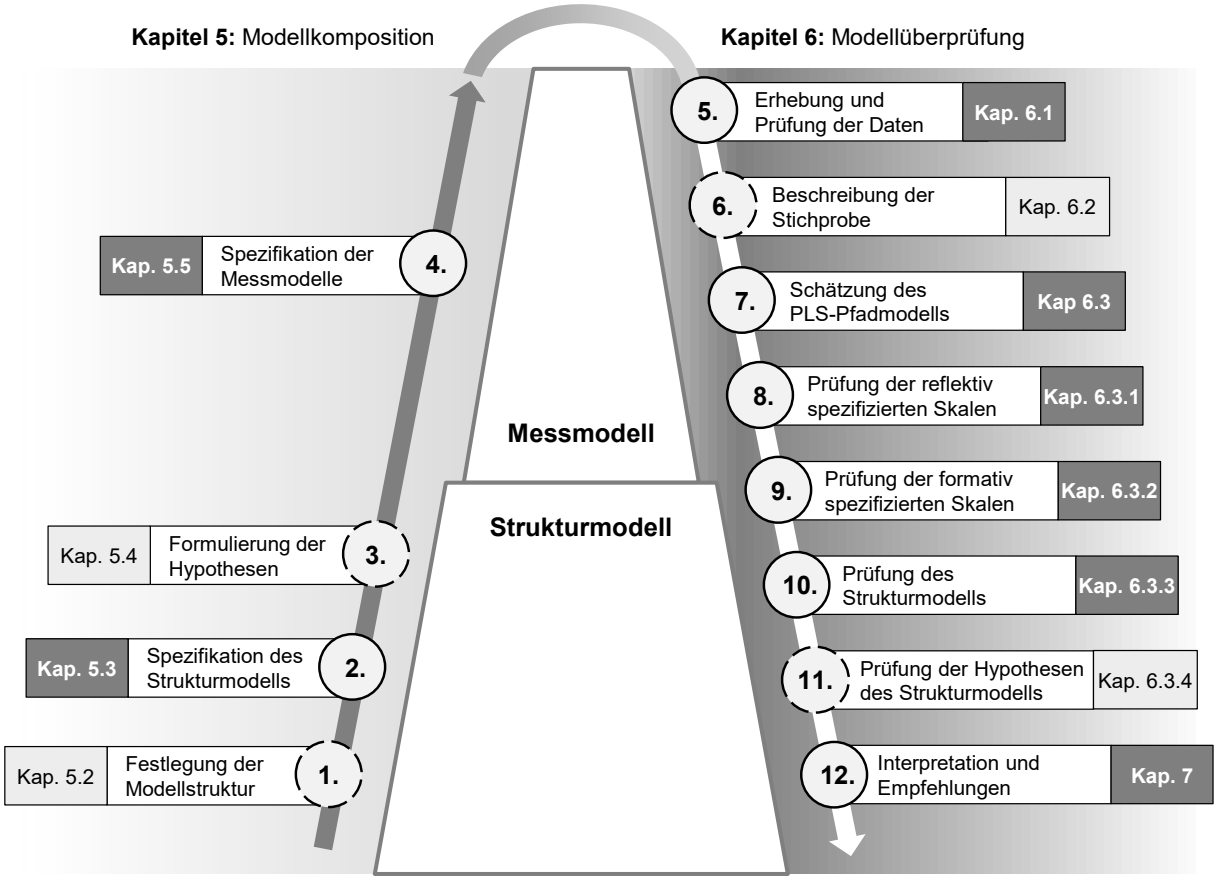


Abbildung 24: Systematische Vorgehensweise zur PLS-basierten Strukturgleichungsmodellierung in Anlehnung an Hair et al. (2017, S. 26); eigene Darstellung ergänzt um für die vorliegende Arbeit relevante Zwischenschritte (gestrichelt).

5.2 Festlegung der übergeordneten Modellstruktur

Um den Einfluss organisationaler Agilität auf die Zusammenarbeit von Projektteams in der Technologieentwicklung und den Projekterfolg zu untersuchen (**Forschungsfrage F4**), ist die Entwicklung eines integrativen Modells erforderlich. Für die Modellentwicklung können die in

Kapitel 2.3.2 dargelegten Grundlagen der Gruppen- und Teamforschung aufgegriffen werden. Die Analyse einschlägiger Gruppen- und Teamforschungsmodelle zeigte, dass die Modelle bereits durchaus komplexe Modellstrukturen abbilden, welche neben Input-, Prozess- und Output-Variablen auch organisationale Rahmenbedingungen und Rückführungsschleifen berücksichtigen. Für die Analyse komplexer Strukturen mit mehrdimensionalen Input-Größen hat sich die IPO-Modellstruktur als geeigneter Untersuchungsrahmen bewährt (vgl. Ratzmann, 2015, S. 84 zitiert nach Hackman, 1987, S. 316 ff.; vgl. auch Schlick et al., 2018, S. 695 ff.) und soll daher auch für das im Folgenden zu entwickelnde integrative Teammodell herangezogen werden.

Wie im Grundlagenteil zur Gruppen- Teamforschung dargelegt, stellt die IPO-Modellstruktur ebenfalls einen geeigneten Rahmen zur Erforschung der Zusammenarbeit von Innovationsteams dar (vgl. Högl, 1998; Kabel, 2001; Myskovszky von Myrow, 2017). Da die Entwicklung von Technologien als teambasierte Innovationsarbeit betrachtet werden kann, bietet die Modellstruktur somit auch eine geeignete Grundlage für die vorliegende Untersuchung.

Für die nachfolgende Konzeption des Untersuchungsmodells wird ein Vorgehen gewählt, welches zunächst die Festlegung einer abstrahierten Grundstruktur für das IPO-Modell beinhaltet (Kapitel 5.2), um anschließend die relevanten Untersuchungsgrößen der organisationalen Agilität, der Teamzusammenarbeit und des Projekterfolgs in der Technologieentwicklung darin einzubetten (Kapitel 5.3). Vergleicht man die aus der systematischen Literaturanalyse herausgearbeitete Mehrdimensionalität von organisationaler Agilität (siehe Kapitel 3). mit den in etablierten Teamforschungsmodellen betrachteten Untersuchungsgrößen, so zeigt sich eine gute grundsätzliche Übereinstimmung. In Bezug auf die strukturellen Ebenen Individuum, Teamstruktur und Unternehmen wurde bereits durch McGrath (1964) gezeigt, dass diese als Input-Größen Einfluss auf die Teamzusammenarbeit nehmen können. Beispielsweise führt er an, dass auf individueller Ebene Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten oder Persönlichkeitsmerkmale einzelner Gruppen- und Teammitglieder relevante Inputfaktoren definieren. Auf Gruppenebene ergeben sich Inputfaktoren vor allem aus der Gruppenzusammensetzung, der Gruppengröße sowie dem Grad der Gruppenkohäsion. Die dritte Ebene beschreibt die Umgebungsebene, welche u. a. betriebliche Rahmenbedingungen, wie z. B. Belohnungssysteme, Umwelteinflüsse oder Merkmale der Gruppenaufgabe, berücksichtigt. Für die prozessuale Dimension von organisationaler Agilität bietet sich i. A. a. Tannenbaum et al. (1992) auf Prozessseite die Möglichkeit, Teaminterventionsgrößen (z. B. Teamtrainings) zu definieren, welche die Team- und Gruppenzusammenarbeit beeinflussen.

Maßgeblichen Einfluss auf die Team- und Projektarbeit in der Technologieentwicklung besitzen laut Ausführungen der Expert*innen (**Studie 3**) darüber hinaus die Rahmenbedingungen bzw. Charakteristika des Technologieentwicklungsprojekts. Als Referenz hierzu kann die Input-Größe „Aufgaben- und Projektmerkmale“, die u. a. von Tannenbaum et al. (1992) angeführt wird und den Aufgaben- bzw. Projekttyp oder die Aufgaben- bzw. Projektkomplexität beschreibt, für die abstrakte Modellstruktur herangezogen werden. Das Ergebnis der Gruppen- bzw. Teamarbeit bzw. die Gruppen- bzw. Teamleistung (Zeit, Kosten, Ziele) wird als Output-Größe im IPO-Modell erhoben (vgl. Gemünden & Högl, 2000; Schlick et al., 2018).

Ferner soll für die Festlegung der Modellstruktur der vorliegenden Arbeit eine Grundhypothese der IPO-Modellstruktur übernommen werden, wonach der Teamprozess als Mediator zwischen den Input-Größen und dem Output der Teamarbeit fungiert. Die Rolle der Prozessgröße als mediierende Größe (M) wurde in der Gruppen- und Teamforschung bereits umfassend untersucht und nachgewiesen (siehe u. a. Ausführungen zur IMO-Modellstruktur von Mathieu et al., 2019, S. 3 f. in Kapitel 2.3.2). Überprüft werden kann hierbei, ob eine vollständige, eine partielle oder keine Mediation vorliegt (vgl. Baron & Kenny, 1986, S. 1176; Hair et al., 2017, S. 198 ff.; Zhao et al., 2010, S. 198 f.). Abbildung 25 zeigt die gewählte Grundstruktur für das IPO-Modell der vorliegenden Arbeit.

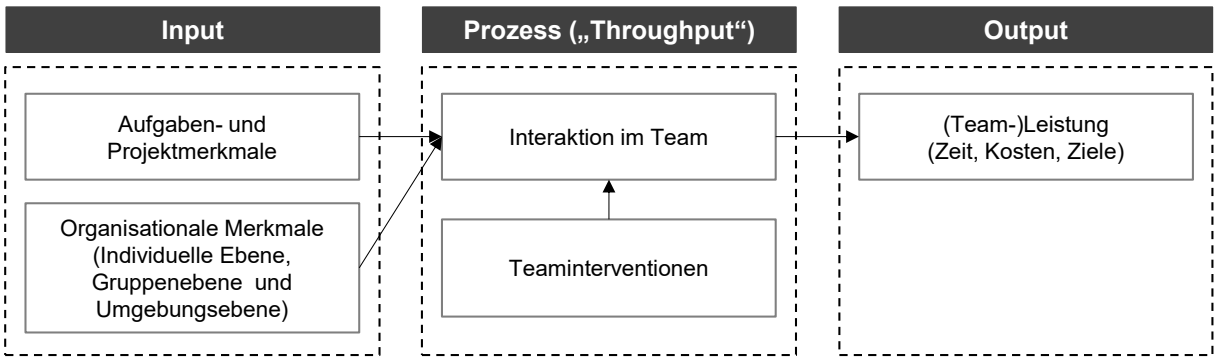


Abbildung 25: Abstrahierte IPO-Modellstruktur als Grundlage für die Modellentwicklung in dieser Arbeit; (kombinierte Darstellung i. A. a. McGrath, 1964, Tannenbaum et al., 1992 und Högl & Gemünden, 2000).

5.3 Definition der Untersuchungsgrößen

Nach der Festlegung der IPO-Modellstruktur gilt es im nächsten Schritt die Untersuchungsgrößen auf der Grundlage der bisherigen Studienergebnisse zu definieren. Den Kern der Untersuchung bildet das mehrdimensionale Konstrukt der organisationalen Agilität. Die Mehrdimensionalität wird nachfolgend durch eine Aufteilung des Konstrukts auf vier (Teil-)Konstrukte berücksichtigt (Unternehmen, Teamstruktur, Individuum und (methodische Unterstützung des) Teamprozesses). Die inhaltliche Ausgestaltung der vier Konstrukte ergibt sich maßgeblich aus den identifizierten Faktoren von organisationaler Agilität im Rahmen der Interviewstudie.

Faktoren, die sich als Merkmale der Unternehmensführung bzw. Merkmale der Unternehmensorganisation kategorisieren lassen, werden nachfolgend im Konstrukt der **„Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“** gebündelt. Das Konstrukt umfasst diejenigen Aspekte, die im Rahmen der Technologieentwicklungsteamarbeit eine agile Unterstützung seitens des Managements oder der Unternehmensführung beschreiben. Hierzu zählen unter anderem Faktoren eines agilen Führungsstils bzw. einer agilen Unternehmenskultur. Darüber hinaus umfasst das Konstrukt auch sonstige betriebliche Rahmenbedingungen, die Einfluss auf die Teamzusammenarbeit oder die Projektarbeit nehmen.

Das Konstrukt **„Agilität der Teamstruktur“** umfasst all diejenigen strukturellen Aspekte, die ein agiles Teamdesign ausmachen. Dazu zählen Faktoren, welche die personelle oder fachliche Zusammensetzung des Teams betreffen. Auch Aspekte wie Teamgröße, -kontinuität oder

-diversität werden darunter subsumiert. Ferner beinhaltet das Konstrukt auch spezifische Rollenkonzepte und Hierarchieansätze, die eine agile Teamstruktur kennzeichnen.

Im Hinblick auf die erarbeiteten Faktoren organisationaler Agilität, welche die individuellen Charakteristika eines einzelnen Teammitglieds beschreiben, wird das Konstrukt der **„Individualagilität“** eingeführt. Nach Tannenbaum et al. (1992) stellen individuelle Merkmale wie Qualifikationen, Fähigkeiten, Motivation oder Einstellungen nachgewiesene Einflussfaktoren auf die Teamzusammenarbeit dar. Das Konstrukt „Individualagilität“ vereinigt dazu agilitätsförderlichen Fähigkeiten, Kompetenzen und Charakteristika einer Technologieentwicklerin bzw. eines Technologieentwicklers.

Neben den drei genannten strukturellen Agilitätskonstrukten wird darüber hinaus als weitere Input-Größe das Konstrukt **„Komplexität des Projekts“** in das Modell aufgenommen. Der Komplexitätsbegriff ist in den vergangenen Jahren Gegenstand zahlreicher Publikationen in der Arbeitsforschung gewesen. Unter anderem wurde dabei auch der Einfluss von Komplexität auf die Projekt- und Teamarbeit untersucht (siehe z. B. Harlacher, 2021; Latos, 2020). Auch in den Ergebnissen der Interviewstudie (**Studie 3**) spielte die zunehmende Komplexität von Technologieentwicklungsprojekten in Form von höheren Anforderungen an die Arbeit der Technologieentwicklungsteams eine zentrale Rolle. Beispielhafte Komplexitätsindikatoren in der Technologieentwicklungsarbeit sind laut Einschätzung der Expert*innen die Unsicherheit hinsichtlich der einzusetzenden Methoden, die schwierige Planbarkeit von Projektaufgaben sowie der Erfolgsdruck, dass mit einer neuen Technologielösung zugleich auch wirtschaftliche Rentabilität erzielt werden sollte. Die Projektkomplexität wird daher als weitere Untersuchungsgröße in das Modell aufgenommen. Abbildung 26 visualisiert die Untersuchungsgrößen der Input-Dimension.

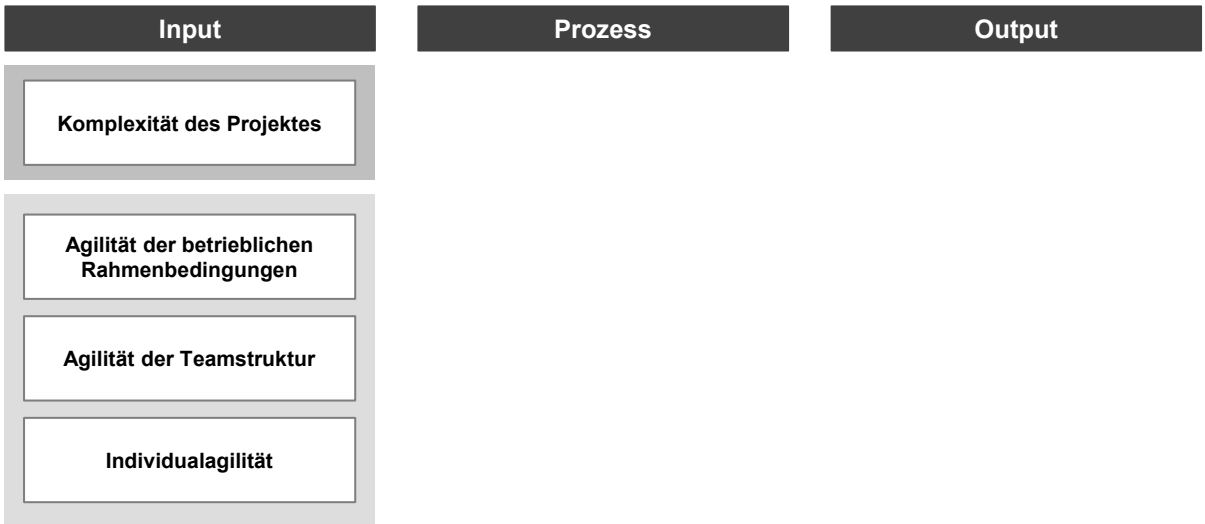


Abbildung 26: Input-Größen des Untersuchungsmodells.

Als zentrale Prozessgröße im Sinne der IPO-Modellstruktur dient die **„Qualität der Teamzusammenarbeit“**. Entsprechend der einschlägigen Teamforschungstheorie wird die Qualität der Teamarbeit als Untersuchungsgröße durch die unabhängigen (Input-)Variablen (s.o.) prädiziert. Im vorliegenden Modell soll dabei sowohl die direkte Abhängigkeit von den Input-Größen als auch die Funktion des Konstrukts als Mediatorvariable, die zwischen den Input-Größen

und der Output-Größe vermittelt, geprüft werden. Das Konstrukt „Qualität der Teamzusammenarbeit“ wurde insbesondere in den Forschungsarbeiten von Högl (siehe u. a. Högl, 1998 oder Högl & Gemünden, 2000) intensiv untersucht. Das Konstrukt wird im vorliegenden Untersuchungsmodell als zentrale Prozessgröße aufgenommen (siehe Abbildung 27).

Neben drei bereits eingeführten drei Untersuchungsgrößen, welche die strukturellen Dimensionen von organisationaler Agilität erheben, wird die vierte (prozessuale) Dimension von organisationaler Agilität nachfolgend wird durch das Konstrukt der **„Qualität der agilen methodischen Unterstützung“** beschrieben. Aufgrund ihrer prozessualen Prägung wird die Untersuchungsgröße dabei als unabhängige Prozessgröße (und nicht als Input-Größe) in das Modell eingebettet. Die Definition dieses Konstrukts erfolgt in Anlehnung an das im Teamforschungsmodell nach Tannenbaum et al. (1992) eingeführte Konstrukt der „Teaminterventionen“. Hierunter werden verschiedene methodische Unterstützungsfaktoren gebündelt, die darauf abzielen, die Zusammenarbeit der Gruppe bzw. des Teams zu verändern und zu verbessern (z. B. Teamentwicklungsmaßnahmen). Die Untersuchungsgröße „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ umfasst dabei diejenigen agilen Praktiken und methodischen Aspekte, die eine Unterstützung für die Teamarbeit in der Technologieentwicklung bieten. Aufbauend auf ihren praktischen und theoretischen Vorerfahrungen haben die Technologieentwickler*innen im Rahmen der Interviewstudie verschiedene Faktoren herausgestellt, die sie vor dem Hintergrund der besonderen Anforderungen in der Technologieentwicklung adaptiert bzw. verallgemeinert haben. Praxiserfahrungen deuteten hierbei darauf hin, dass ein zu hoher Formalisierungsgrad von methodengestützten Maßnahmen ebenso wenig vielversprechend ist, wie eine zu hohe Flexibilität bei der Einsatzentscheidung von Praktiken (siehe Kapitel 4). Mit dem Konstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ soll untersucht werden, in welchem Umfang die agilitätsförderlichen methodischen Bausteine im Technologieentwicklungsprojekt Anwendung fanden.

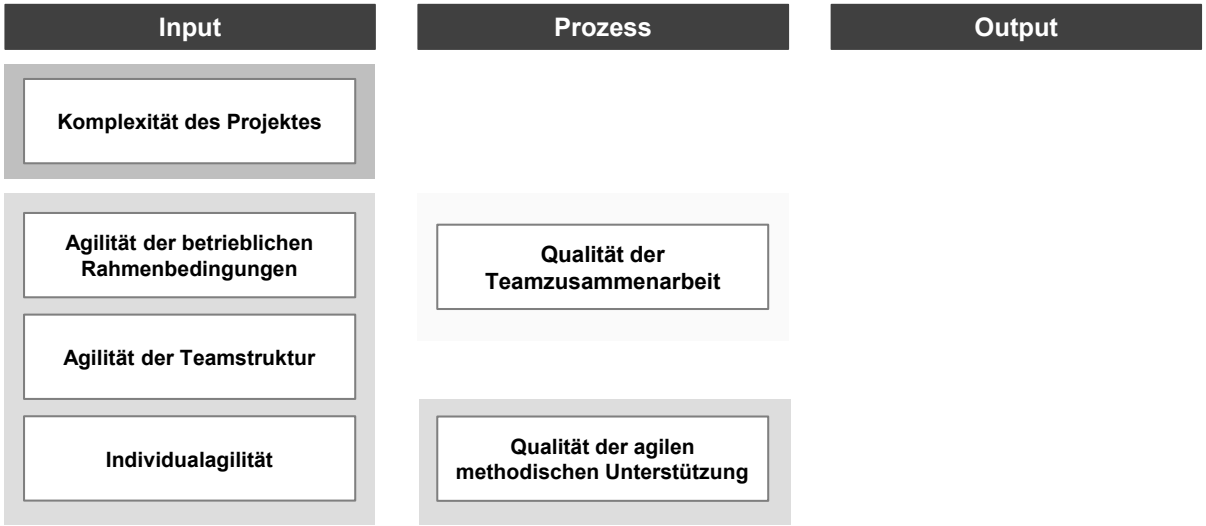


Abbildung 27: Input- und Prozessgrößen des Untersuchungsmodells.

Komplettiert wird das Modell in der Output-Dimension durch die Variable **„Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“**. Als zentrale abhängige Variable im Modell wird sie durch die anderen Modellvariablen erklärt. Das Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“

inkludiert u. a. verschiedene Faktoren, die den Grad der Leistungs- und Zielerfüllung des Projektteams bewerten. Högl (1998) definiert den Team-Output über die beiden Konstrukte der „Teamleistung“ (bezogen auf die beiden Größen Effektivität und Effizienz) und des „Potenzials für die Teamarbeit“ (in Bezug auf Arbeitszufriedenheit und Lernerfolg). Die Bewertung der Teamleistung erfolgt dabei aus verschiedenen Perspektiven (Kunde, Unternehmen, Team). Zudem berücksichtigt die Bewertung der Effizienz und Effektivität verschiedene Bezugsgrößen (z. B. Zeitplan, Qualität, Kosten, Anforderungserfüllung). Aspekte, die aus der Interviewstudie mit Technologieentwickler*innen ermittelt werden konnten und spezifisch für die Erfolgsmessung eines Technologieentwicklungsprojektes sind, fließen in die Operationalisierung des Konstrukts maßgeblich mit ein. Abbildung 28 gibt einen Überblick über die zu untersuchenden Konstrukte dieser Arbeit.

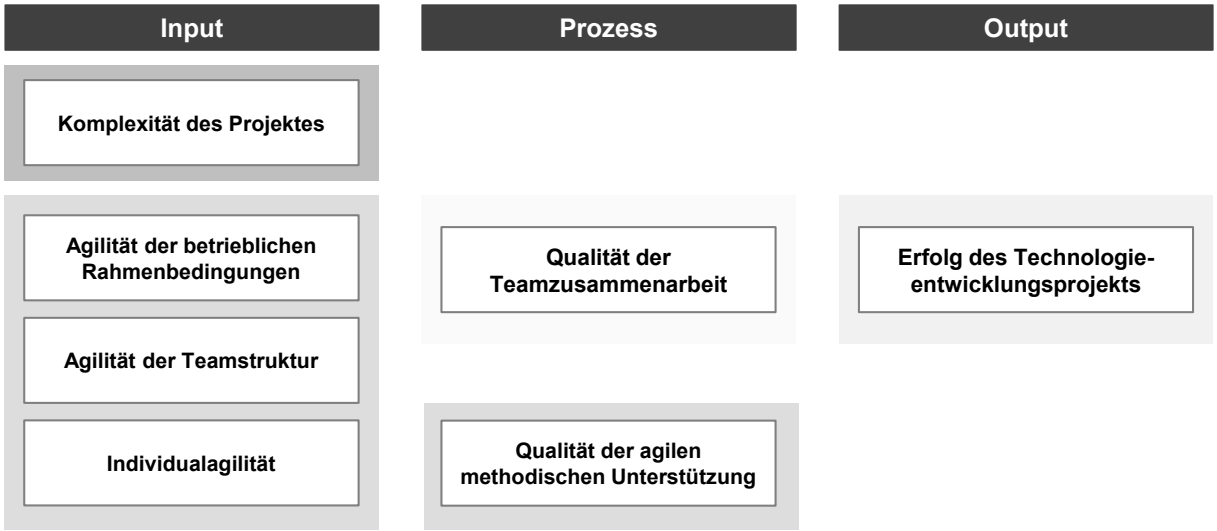


Abbildung 28: Input-, Prozess- und Output-Größen des Untersuchungsmodells.

Im Folgenden gilt es die zu untersuchenden Zusammenhänge zwischen den Konstrukten aus einer inhaltlich-theoretischen Perspektive herzuleiten und als Forschungshypothesen festzuhalten.

5.4 Ableitung und Formulierung von Hypothesen

Die eingeführten Untersuchungsgrößen sollen nun durch mess- und prüfbare Variablenzusammenhänge miteinander in Beziehung gesetzt werden. Die Ergebnisse von einschlägigen Studien werden hierzu herangezogen, um die theoretisch-konzeptionellen Zusammenhangsvermutungen zu begründen. Diese werden anschließend als Hypothesen festgehalten, um sie in der anschließenden empirischen Untersuchung zu überprüfen. Als Hinweis sei angemerkt, dass die nachfolgende Formulierung der Hypothesen nicht als Nullhypothesen, sondern als (positiv formulierte) Alternativhypothese erfolgt. Die Vorstellung der aus der Literatur zusammengetragenen Erkenntnisse erfolgt nachfolgend schrittweise je Prädiktorvariable im Modell.

5.4.1 Hypothesen zur Qualität der Teamzusammenarbeit

Das Konstrukt zur Qualität der Teamzusammenarbeit ist eine zentrale Untersuchungsgröße, die im Bereich der Teamforschung Gegenstand zahlreicher Studien und Erhebungen ist. In unterschiedlichen Untersuchungskontexten tritt das Konstrukt hierbei stets als vermittelnde

Prozessgröße auf (siehe hierzu unter anderem Gladstein, 1984; Hackman, 1987; Högl, 1998; McGrath, 1964; Pinto et al., 1993; Salas et al., 2005; Tannenbaum et al., 1992).

Grundlegende Annahme in den meisten Modellbetrachtungen ist ein bestehender positiver Zusammenhang zwischen der Prozessgröße der Teamzusammenarbeit und der Teameffektivität als Output-Größe in der IPO-Modellstruktur (siehe Gladstein, 1984, S. 502; Hackman, 1987, S. 325; Kozlowski & Ilgen, 2006, S. 79; Tannenbaum et al., 1992, S. 121). Empirische Nachweise über diesen Zusammenhang wurden u. a. von Högl und Gemünden (2001) und von Stranzenbach (2018) erbracht. Als abhängige Variable wird die Teameffektivität in verschiedenen Quellen unterschiedlich definiert und kann Indikatoren wie z. B. die Produktivität, die Zufriedenheit oder die Bewertung durch das Management umfassen (vgl. z. B. Campion et al., 1993; Kozlowski & Ilgen, 2006, S. 79 f.; Högl, 1998, S. 74). Mit der zunehmenden Bedeutung von projektbezogenen Organisationsformen widmen sich Studien auch vermehrt der Untersuchung des Einflusses der Teamzusammenarbeit auf den Projekterfolg (siehe beispielsweise Myskovszky von Myrow, 2017, S. 102; Xu et al., 2010, S. 127). Beispielsweise haben Pinto et al. (1993) den positiven Einfluss einer projektbezogenen Zusammenarbeit auf den Projekterfolg (Kosten, Zeit und Performance) untersucht. Auch im Kontext von agilen Entwicklungsprojekten stellen Forschungsarbeiten heraus, dass die Qualität der Teamzusammenarbeit einen zentralen Erfolgsfaktor für den Erfolg eines Projekts darstellt (vgl. Dingsoyr & Dyba, 2012; Freire et al., 2015; Schmidt, 2016). Im konkreten Untersuchungskontext der Technologie- und Neuproduktentwicklung arbeiteten Magistretti et al. (2020, S. 5) in ihrer Metastudie eine dynamische Teamzusammenarbeit als erfolgsrelevante Einflussgröße in Technologieentwicklungsprojekten heraus. Auch Akgün et al. (2012) konnten im Rahmen ihre Studie zur Teamarbeit in Neuproduktentwicklungsprojekten den positiven Einfluss verschiedener Teamprozessfaktoren nachweisen.

Im Hinblick auf einzelne Teamzusammenarbeitsindikatoren zeigten verschiedene empirische Studien, dass Kommunikation und Offenheit (Brodbeck, 2001, S. 89; Hülsheger et al., 2009, S. 1132 ff.; Marlow et al., 2018, S. 2 ff.), Koordination (Högl & Gemünden, 2001, S. 439; Ilgen et al., 2005, S. 518 ff.), gegenseitige Unterstützung (Bell et al., 2018, S. 350 ff.; Hülsheger et al., 2009, S. 1130 ff.;), Engagement und Motivation (DeChurch & Mesmer-Magnus, 2010, S. 32 ff.; Hall et al., 2018, S. 536 ff.;), Kohäsion (Daley, 1978, S. 1580; Hülsheger et al., 2009, S. 1132 ff.) sowie Partizipation (Hülsheger et al., 2009, S. 1131 ff.) einen positiven Zusammenhang zur Teamleistung aufweisen.

Für das Konstrukt „Qualität der Teamzusammenarbeit“ wird folgende Hypothese festgehalten:

Hypothese 1: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Qualität der Teamzusammenarbeit und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

Für die Definition der weiteren Hypothesen dieser Arbeit soll zudem die Rolle der Teamzusammenarbeit als Mediator-Größe detailliert untersucht werden. Während der Großteil der in der Teamforschung etablierten Teammodelle vor allem direkte Zusammenhänge zwischen Input-, Prozess- und Output-Größen fokussiert, greifen neuere Studien zunehmend den Einfluss

der Teamzusammenarbeit als Mediator-Variable auf (siehe beispielsweise Hackman, 2012, S. 431 f.; Kozlowski & Bell, 2013, S. 430 ff.; Mathieu et al., 2019, S. 17 ff.; Mathieu et al., 2017, S. 459). Kozlowski und Ilgen (2006, S. 80 ff.) sowie LePine et al. (2008, S. 273 ff.) betonen in ihren Metastudien die Erkenntnis, dass reale Teamprozesse zunehmend zeitlichen Dynamiken und emergenten Phänomenen unterliegen. Für die Untersuchung dieser komplexen, multidimensionalen Wirkstrukturen spielt die Betrachtung von mediierenden Effekten (insbesondere der Teamzusammenarbeit) eine wichtige Rolle (vgl. Ilgen et al., 2005).

Aus diesem Grund wird nachfolgend für jede exogene Untersuchungsgröße des vorliegenden Modells zusätzlich jeweils eine Hypothese in die Untersuchung aufgenommen, welche die Mediation über das Konstrukt „Qualität der Teamzusammenarbeit“ zum Gegenstand hat.

5.4.2 Hypothesen zur Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen

Das Konstrukt „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ vereint verschiedene organisationale Faktoren, die entsprechend des in der Interviewstudie herausgearbeiteten Verständnisses organisationale Agilität auf Unternehmens- bzw. Managementebene abbilden.

Grundsätzlich finden sich betriebliche Aspekte bzw. Aspekte der Umgebungsebene als wichtige Einflussgröße auf die Teamzusammenarbeit in zahlreichen einschlägigen Teamforschungsmodellen wieder (siehe u. a. Denison et al., 1996; Hackman, 1987; Tannenbaum et al., 1992). Als Input-Größe umfassen die betrieblichen Rahmenbedingungen verschiedene kontextuelle Einflussfaktoren wie z. B. die zur Verfügung stehenden Ressourcen, Belohnungssysteme oder Weiterbildungsangebote. Der Einfluss dieser Faktoren auf die Teamarbeit konnte u. a. von Doolen et al. (2006) und Hackman (1987) empirisch gezeigt werden. Pinto et al. (1993, S.1284 ff.) zeigten in ihrer Untersuchung, dass in komplexen Unternehmensstrukturen ausgeprägte organisationale Regeln und Ablaufstrukturen dazu beitragen, Zusammenarbeitskonflikte zu minimieren oder die Effektivität bei der Aufgabenerledigung zu erhöhen. Auch Myskovszky von Myrow (2017) und Latos (2020) wiesen in ihren Arbeiten zur Teamarbeit in Innovationsteams bzw. Produktionsgruppen einen positiven Einfluss der betrieblichen Rahmenbedingungen auf die Teamarbeit sowie einen positiven Einfluss auf den Projekterfolg als abhängige Output-Größe nach.

Das Konstrukt „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ spezifiziert das oben erläuterte Verständnis von betrieblichen Rahmenbedingungen im Hinblick auf agilitätsförderliche Aspekte. Kontextuelle bzw. unternehmensbezogene Rahmenbedingungen machen insgesamt einen wichtigen definitorischen Anteil der Charakteristika von organisationaler Agilität aus (vgl. Chow & Cao, 2008; Sherehiy et al., 2007; Teece et al., 2016). Chow und Cao (2008, S. 964) untersuchten hierzu insbesondere den Einfluss des organisationalen Umfelds, des Teamumfelds und der Einstellung (bzw. des Commitments) des Managements auf den wahrgenommenen Projekterfolg. Sherehiy et al. (2007, S. 458) arbeiteten in ihrer Literaturstudie u. a. organisationale Regeln (z. B. Reduzierung von Vorgaben oder formalen Regulierungen) oder organisationale Entwicklungsmöglichkeiten (z. B. Personalentwicklungsprogramme) als förderliche Facetten heraus.

Auch in nicht-agilen Untersuchungszusammenhängen waren Aspekte des Konstrukts bereits Bestandteil von empirischen Forschungsarbeiten. So wurde beispielsweise der förderliche Einfluss von Autonomie und operativen Freiheiten, die dem Entwicklungsteam seitens der Organisation bzw. des Managements gewährt werden, in innovativen Entwicklungsvorhaben untersucht (vgl. u. a. Gemünden et al., 2005; Pinto et al., 1993). Gemünden et al. (2005, S. 366) unterscheiden zwischen Autonomie in Bezug auf die Zieldefinitionen, strukturelle Autonomie (eigene Identität eines sozialen Systems), Ressourcenautonomie und soziale Autonomie (Freiheit zur Selbstorganisation im Projektteam). Die Rolle von Autonomie in agilen Projektkontexten wurde u. a. von Chow und Cao (2008) und Lee und Xia (2010) thematisiert. Im Kontext der Neuproduktentwicklung konnten Akgün et al. (2012) den Nachweis erbringen, dass neben der Arbeitsautonomie auch die räumliche Nähe zwischen Teammitgliedern einen positiven Einfluss auf die teaminterne Kommunikation und die Informationsweitergabe hat. Die räumliche Nähe zwischen Teammitgliedern spielt eine bedeutende Rolle für die Stärkung der Teamkollaboration und für den Kontaktaufbau zwischen den Teammitgliedern (vgl. Brown & Karagozoglu, 1993; Hall et al., 2018, S. 536 ff.).

Im Kontext von Innovations- und Technologieentwicklungsprojekten wurden empirische Nachweise für den positiven Einfluss einer Unterstützung durch das Management auf das erfolgreiche Abschließen von Entwicklungsphasen (Akgün et al., 2007) sowie für den positiven Einfluss von Teamweiterbildungs- und Trainingsangeboten auf die Wahrscheinlichkeit des Hervorbringens neuer relevanter Technologien (Johnson, 2011) erbracht. Im Kontext von agilen Entwicklungen konnten Misra et al. (2009, S. 1884) ebenfalls einen positiven signifikanten Zusammenhang zwischen Teamtrainings- und -entwicklungsmaßnahmen und dem Projekterfolg nachweisen.

Für das Konstrukt „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ werden folgende Hypothesen formuliert:

Hypothese 2.1: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen und der Qualität der Teamzusammenarbeit.

Hypothese 2.2: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

Hypothese 2.3: Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

5.4.3 Hypothesen zur Agilität der Teamstruktur

Die Teamzusammensetzung bzw. die Teamstruktur stellt in der Teamforschung eine bereits umfassend untersuchte Input-Größe dar. In empirischen Untersuchungen stehen hierbei unterschiedliche Teamcharakteristika und ihr Einfluss auf die Teamzusammenarbeit sowie die

Teamperformance im Fokus (siehe beispielsweise Gladstein, 1984; Hackman, 1987; Högl & Gemünden, 2001; Tannenbaum et al., 1992). Nach Bell et al. (2018) kann hierbei zwischen objektiv leichter messbaren Charakteristika wie z. B. Alter, Geschlecht oder Rollen (sog. „Surface-level-attributes“) und weniger einfach deskriptiv erfassbaren Attributen wie z. B. Persönlichkeitszüge, Fähigkeiten oder Einstellungen (sog. „deep-level-attributes“) unterschieden werden. Mit Bezug auf Levine und Moreland (2006, S. 11) gliedern Kozlowski und Bell (2013, S. 419 ff.) Teamforschungskonzepte, die sich mit der Teamzusammensetzung befassen, in drei Kategorien: Eine erste Gruppe von Forschungsansätzen studiert die strukturellen Charakteristika des Teams und seiner Mitglieder, wie z. B. die Teamgröße, demografische Charakteristika, Fähigkeiten oder Einstellungen der Teammitglieder. Ein zweiter Ansatz analysiert die Verteilung gegebener struktureller Charakteristika innerhalb der Gruppe. Hierbei stehen entweder ausgeprägte Tendenzen einzelner struktureller Teamcharakteristika oder die Variabilität durch unterschiedlichste Ausprägungen eines strukturellen Teamcharakteristikums im Betrachtungsfokus. Ein dritter Forschungsansatz widmet sich der analytischen Perspektive, die die Teamzusammensetzung mit ihren Zusammenhängen zu anderen Untersuchungsgrößen betrachtet. So wird die Teamzusammensetzung wahlweise als abhängige Variable verschiedener sozialer Einflussgrößen, als moderierende Kontextvariable oder als Input-Variable, die unterschiedliche Teamprozesse beeinflusst, in Untersuchungen eingebettet (vgl. Kozlowski & Bell, 2013).

Mathieu et al. (2017) arbeiten in ihrer meta-analytischen Literaturstudie zur chronologischen Entwicklung der Teamforschung die sich erneuernde Forschungsrelevanz des Konstrukts der Teamstruktur heraus. Demnach formuliert die steigende inhaltliche und koordinative Komplexität von Teamaufgaben, insbesondere in wissensintensiven Berufsfeldern, neue Anforderungen im Hinblick auf ein höheres Maß an Flexibilität sowie funktionaler und fachlicher Differenzierung innerhalb der Teamstruktur, um anspruchsvolle Teilaufgaben innerhalb des Teams verteilen und bearbeiten zu können (vgl. Mathieu et al., 2017, S. 456 f.). Vorrausschauend konstatieren Mathieu et al. (2019), dass sich in der Teamforschung zunehmend ein Wandel hin zur Modellierung des Teams als dynamisches System unter Berücksichtigung kompositorischer und struktureller Merkmale sowie mediierender Mechanismen abzeichnet. Im Zuge dynamischerer und flexiblerer Konzepte der Teamorganisation ergeben sich zudem Fragen zur Kontextualisierung von Teams und zur Neuziehung von Teamgrenzen (Maloney et al., 2016, S. 905). Die Entwicklung hin zu flexibleren organisationalen Strukturen im Teamkontext, wie sie sich u. a. im Konzept der organisationalen Agilität niederschlägt (siehe Conboy, 2009), soll im vorliegenden Forschungsvorhaben durch die Konzeption des Konstrukts “Agilität der Teamstruktur“ abgebildet werden.

Nachfolgend werden einige in der Interviewstudie herausgearbeiteten Charakteristika agiler Teamstrukturen separiert daraufhin analysiert, inwiefern sie bereits Bestandteil vorhergehender Forschungsarbeiten waren. Konkret werden die Aspekte Diversität, Teamgröße und Verantwortlichkeiten bzw. Rollenkonzepte betrachtet.

Als ein wichtiger agilitätsförderlicher Aspekt wurde der Terminus der Diversität (u. a. im Hinblick auf Fachdisziplin, Erfahrungswissen oder Abteilungszugehörigkeit) identifiziert. Dieser Aspekt wurde im Teamforschungskontext bereits umfassend untersucht (siehe z. B. Cabrales

et al., 2008; Hülsheger et al., 2009; Myskovszky von Myrow, 2017). Zum einen konnte gezeigt werden, dass ein interdisziplinäres und mit einem breiten Set an Kompetenzen ausgestattetes Team besonders bedeutsam in frühen Phasen von Technologieinnovationsprojekten ist (vgl. Magistretti et al., 2020; Su & Moaniba, 2017). Zum anderen untersuchten Cabrales et al. (2008) in ihrer Studie den Einfluss verschiedener akademischer Ausbildungen im Team, einer großen Vielfalt an Fähigkeit und Kompetenzen sowie unterschiedlicher funktionaler Hintergründe der Teammitglieder auf den Projekterfolg von radikalen Innovationsprojekten. Der Einfluss von Teamheterogenität, abgebildet durch unterschiedliche Fähigkeiten und Erfahrungswissen von Teammitgliedern, auf die Teameffektivität wurde u. a. von Campion et al. (1993, S. 828) untersucht und nachgewiesen. In ihrer meta-analytischen Studie zur Teamarbeit in wissensintensiven Forschungsteams fassten Hall et al. (2018, S. 536 ff.) ferner zusammen, dass die Repräsentanz verschiedener akademischer und funktionaler Hintergründe im Projektteam förderlich für die Erreichung positiver Projekt-Outcomes ist. Zugleich stellten sie fest (u. a. unter Bezugnahme auf Dhand et al., 2016), dass eine höhere akademische Qualifikation der Teammitglieder mit einer engeren, verbesserten Kollaboration im Team sowie positiveren Ergebnissen einhergeht.

In Bezug auf die Teamgröße stützt sich das herausgearbeitete Verständnis von organisationaler Agilität maßgeblich auf kleine Teams, in denen keine häufigen Personalrotationen/-wechsel während des Projektverlaufs stattfinden und in denen damit eine höhere Kontinuität geschaffen wird. Hülsheger et al. (2009) zeigten in ihrer Studie zu Innovationsteams, dass die Teamgröße einen signifikanten Stellhebel für unterschiedliche Innovationsherausforderungen darstellt.

Hinsichtlich der Verantwortlichkeiten und Rollenkonzepte zeichnet sich das erarbeitete Verständnis einer agilen Teamstruktur u. a. über eine transparente Aufgabenteilung aus, in welcher Verantwortlichkeiten insbesondere an Aufgaben geknüpft sind. Darüber hinaus verfügt das Team über eine flache hierarchische Struktur und eine eher variable und informelle Rollendefinition (siehe hierzu z. B. auch Sherehiy et al., 2007). Empirische Studien bestätigen, dass geteilte Verantwortlichkeiten im Team, die aufgabengebunden und durch die Teammitglieder selbst verteilt werden, substantiell zum Teamerfolg beitragen (vgl. Doorewaard et al., 2002, S. 356 ff.).

Für das Konstrukt „Agilität der Teamstruktur“ werden folgende Wirkbeziehungen postuliert:

Hypothese 3.1: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der Teamstruktur und der Qualität der Teamzusammenarbeit.

Hypothese 3.2: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der Teamstruktur und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

Hypothese 3.3: Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Agilität der Teamstruktur und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

5.4.4 Hypothesen zur Individualagilität

In der Gruppen- und Teamforschung besteht eine grundsätzliche Übereinstimmung in der Annahme, dass individuelle Merkmale der Teammitglieder (wie z. B. persönliche Eigenschaften, Fähigkeiten, Einstellungen und Bereitschaften) in einem direkten Zusammenhang mit der Teamperformance stehen (siehe Kozlowski & Bell, 2013, S. 420 f.). So berücksichtigt eine Vielzahl an Teamforschungsarbeiten Individualcharakteristika als Input-Größe in der Modellkonstruktion (vgl. u. a. Bell, 2007, S. 595 ff.; Fisher et al., 2012, S. 826 ff.; Tannenbaum et al., 1992, S. 123 f.). Hinsichtlich der Bedeutung von Individualcharakteristika für die Teamarbeit führen LePine et al. (2011, S. 312) an, dass Einstellungen und Verhaltensweisen nicht nur unmittelbar relevant für die Aufgabenerfüllung und damit den Team-Output sind, sondern zugleich auch beeinflussen, wie die Teammitglieder zueinander stehen und zusammenarbeiten. Gleichzeitig kommen Literaturreviews zu der Erkenntnis, dass der Zusammenhang zwischen Individualcharakteristika und der Teamleistung noch weiterer Forschungsarbeit bedarf (vgl. Bell, 2007; LePine et al., 2011). Es sei weiterhin einschränkend angemerkt, dass ein Großteil der Teamforschungsarbeiten lediglich die Verteilung von Persönlichkeitsmerkmalen innerhalb der Teamstruktur fokussiert (u. a. über die Definition des Konstrukts „team personality“) (siehe z. B. Bell, 2007, Kozlowski & Bell, 2013). Hierbei liegt der Schwerpunkt weniger auf dem einzelnen Individuum als vielmehr auf der Repräsentanz verschiedener Facetten in der Teamkomposition.

In der Agilitätsforschung wurde das Konzept der individualen Agilität von verschiedenen Autoren ebenfalls bereits angenähert und beschrieben (siehe u. a. Breu et al., 2002; Gunasekaran, 1999; Lai et al., 2021; Tamtam & Tourabi, 2020). Konstrukte wie „Workforce Agility“ oder „Employee Agility“ werden dabei über verschiedene Individualcharakteristika definiert. Ein von mehreren Autor*innen geprägtes Verständnis begründet sich vor allem auf die drei Dimensionen Anpassungsfähigkeit, Proaktivität und Resilienz (vgl. Al-Faouri et al., 2014, S. 435; Lai et al., 2021, S. 8; Sherehiy et al., 2007, S. 458). Das Konstrukt der „Workforce Agility“ erhebt hierbei insbesondere arbeitsbezogene Verhaltensweisen, die die Arbeitsweise einer Person beschreiben, und weniger die (schwieriger objektiv messbaren) Persönlichkeitsfacetten einer Arbeitsperson (vgl. Sherehiy & Karwowski, 2014, S. 468). Erste empirische Erhebungen untersuchten den Einfluss von Agilität auf Individualebene auf das organisationale Lernen im Unternehmen (vgl. Alavi et al., 2014; Al-Faouri et al., 2014).

Greift man einzelne Indikatoren der „Employee Agility“ oder der „Workforce Agility“ heraus, so existieren bereits empirisch nachgewiesene Zusammenhänge im Kontext der Teamforschung. Bell (2007, S. 595 ff.) zeigte beispielsweise, dass u. a. emotionale Stabilität sowie Offenheit gegenüber neuen Erfahrungen einen positiven Einfluss auf die Teamperformance haben. In einer Metastudie zu Persönlichkeitsmerkmalen gingen Prewett et al. (2009, S. 273 ff.) der Hypothese nach, dass Konstrukte wie Verantwortungsbewusstsein (hierbei wurden u. a. Facetten wie Zielstrebigkeit und Selbstdisziplin erhoben), Extravertiertheit (hierunter fielen u. a. Facetten wie Eigeninitiative oder Durchsetzungsvermögen) oder emotionale Stabilität (u. a. über Facetten wie Frustrationstoleranz operationalisiert) positiv mit der Teamperformance zusammenhängen. Dabei wiesen sie unter anderem auch einen signifikant positiven Zusammenhang dieser Persönlichkeitsaspekte auf die Teamzusammenarbeit nach. In einer weiteren Studie

von Xu et al. (2019, S. 848 ff.) wurde der positive Einfluss von Proaktivität auf die Innovationsfähigkeit eines Teams empirisch betrachtet und nachgewiesen.

Im Kontext der Technologieentwicklung untersuchten Aronson et al. (2006) in einer literaturanalytischen Metastudie, inwiefern Persönlichkeitscharakteristika (in ihrer Studie im Speziellen die Persönlichkeit der bzw. des Teamleitenden) die Zusammenarbeit sowie die Performance im Entwicklungsteam unter dem variierenden Einfluss der Projektunsicherheit beeinflussen. Hierbei bestätigte sich u. a. ihre zu Beginn aufgestellte Hypothese, dass der Aspekt der Offenheit einen stärkeren Einfluss ausübt, wenn die Unsicherheit im Entwicklungsprojekt höher ist. In einer weiteren Studie im Kontext der Technologieentwicklung zeigten Su und Moaniba (2017), dass interdisziplinäres Wissen und die Fähigkeit, inhaltlich verwandte Wissensfelder zu verknüpfen, wichtige Charakteristika einer bzw. eines Forschenden für die Technologieentwicklungsarbeit darstellen.

Insgesamt lassen sich für das Konstrukt „Individualagilität“ folgende Hypothesen festhalten:

Hypothese 4.1: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Individualagilität und der Qualität der Teamzusammenarbeit.

Hypothese 4.2: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Individualagilität und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

Hypothese 4.3: Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Individualagilität und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

5.4.5 Hypothesen zur Qualität der agilen methodischen Unterstützung

Um den komplexer werdenden Anforderungen in Entwicklungsprojekten gerecht zu werden, erhöht sich der Bedarf nach Methoden zur Unterstützung der Teamkollaboration (vgl. Schuh et al., 2018; Schweigert-Recksiek & Lindemann, 2020). Nicht zuletzt dank der großen Popularität von agilen Projektmanagementansätzen, wie z. B. Scrum, sind mittlerweile zahlreiche Methoden und digitale Unterstützungstools verfügbar, die u. a. auch von den Expert*innen im Rahmen der Interviewstudie angeführt wurden (siehe Kapitel 4.2.4). Das im Folgenden betrachtete Konstrukt der „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ vereint verschiedene agile methodische Elemente, die den Teamprozess in der Technologieentwicklung unterstützen sollen.

Innerhalb des Untersuchungsmodells ist die Einflussgröße der „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ aufgrund ihrer inhaltlichen Ausrichtung als Prozessgröße positioniert, auch wenn sie keine mediierende Funktion erfüllt und damit methodisch auch als Input-Größe interpretiert werden könnte. Als konzeptionelle Grundlage für diese Einflussgröße dient im Wesentlichen das von Tannenbaum et al. (1992) eingeführte Konstrukt der sogenannten Teamin-

terventionen. In ihrem Teammodell beschreiben sie mit der Prozessgröße der Teaminterventionen Formen des methodengeleiteten Teamtrainings zur Verbesserung der Zusammenarbeit im Team (vgl. Tannenbaum et al., 1992, S. 126). Das Potenzial von Teamtrainings wurde in den Folgejahren zum Gegenstand verschiedener meta-analytischer Studien (vgl. Kozlowski, 2018, S. 208; Lacerenza et al., 2018, S. 519 f.; Salas et al., 1993). Salas et al. (2008, S. 903 ff.) konnten in einer Studie den positiven Einfluss von Teaminterventionen auf den Team-Output zeigen. Im Zuge komplexer werdender Teamaufgaben identifizierten Mathieu et al. (2019, S. 20) jedoch weiteren Forschungsbedarf in diesem Bereich („many unaddressed questions remain“).

Das Konstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ aggregiert nun verschiedene Tools und methodische Bausteine, die laut der Interviews prozessuale Agilität in der Technologieentwicklung ermöglichen. Dass im Kontext der Prozessgestaltung von Technologieentwicklungsprojekten Tools und Methoden grundsätzlich zu einem effektiveren Ablauf einzelner Entwicklungsphasen beitragen, wurde u. a. bereits durch Lee et al. (2011) herausgestellt. In Bezug auf die spezifischen Faktoren, die im Rahmen der Interviewstudie herausgearbeitet wurden, existieren ebenfalls vereinzelt literaturbasierte Einschätzungen, die allerdings nur in Teilen eine tiefergehende empirische Überprüfung erfahren haben. So betonen Schmoch (2007) und Magistretti et al. (2020) in ihren meta-analytischen Ausführungen die Vorteile einer iterativen, nichtlinearen Prozessführung in anspruchsvollen Entwicklungsvorhaben. Iterationen bieten einen sinnvollen Prozessgestaltungsansatz, um Unsicherheiten und regelmäßige Anforderungsänderungen beherrschen zu können. Jacobs et al. (2013) und Mandolfo et al. (2020) behandeln in ihren Publikationen die methodisch angelegte, kontinuierliche Einbindung von Kunden während der Entwicklung von Technologien. Diese führt, ihren Ausführungen zufolge, zu einer erhöhten Erfolgswahrscheinlichkeit der Technologie. Auch Misra et al. (2009, S. 1884) postulieren die Hypothese eines positiven signifikanten Zusammenhangs zwischen der Zusammenarbeit mit dem Kunden und dem Projekterfolg in agilen Projekten.

Auch die für Agilität bedeutsame teaminterne Kommunikation lässt sich über Methoden und Tools adressieren. Hall et al. (2018, S. 537) führen in ihrer meta-analytischen Publikation die Ermöglichung einer „face-to-face“-Kommunikation als einen wichtigen Faktor zur Stärkung der Kollaboration im Entwicklungsteam an. Dabei beziehen sie sich allerdings vor allem auf die räumliche Nähe als ermöglichenden Faktor und weniger auf technische oder methodische Tools. Ein weiterer agiler Methodenbaustein liegt in regelmäßigen Retrospektiven bzw. Feedbackrunden innerhalb des Entwicklungsteams. Ein analoges Verständnis findet sich in der Teamforschung unter dem Begriff der „debriefs“ (oder auch „after-action-reviews“), die als Bestandteil eines strukturierten Teamtrainings sowohl auf persönlicher als auch auf Teamebene zu Leistungssteigerungen beitragen (vgl. Tannenbaum & Cerasoli, 2013, S. 231 ff.). Auch einer methodisch unterstützten, verstärkten Interaktion mit verschiedenen technologiefachkundigen Akteur*innen außerhalb des Team- bzw. Projektkontexts wird in verschiedenen Studien ein positiver Effekt auf den Erwerb neuen Wissens und die Teamdynamik zugeschrieben (vgl. Bogers et al., 2017; Lee et al., 2011; Stock & Tatikonda, 2008).

Für das Konstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ werden folgende Wirkbeziehungen postuliert:

Hypothese 5.1: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Qualität der agilen methodischen Unterstützung und der Qualität der Teamzusammenarbeit.

Hypothese 5.2: Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Qualität der agilen methodischen Unterstützung und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

Hypothese 5.3: Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert der Zusammenhang zwischen der Qualität der agilen methodischen Unterstützung und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

5.4.6 Hypothesen zur Komplexität des Projekts

Die Beschaffenheit der Arbeitsaufgabe stellt in der modellgestützten Teamforschung eine oft berücksichtige Untersuchungsgröße dar (siehe z. B. Kozlowski & Ilgen, 2006; Mathieu et al., 2019; Tannenbaum et al., 1992). Bei der Operationalisierung des Konstrukts werden abhängig vom jeweiligen Untersuchungskontext sowohl performance-steigernde als auch -reduzierende Eigenschaften der Aufgabenbeschaffenheit betrachtet (vgl. z. B. Latos, 2020; Pagell & LePine, 2002). Auch in Studien zu projektbezogenen Organisationsformen stehen analog zur Aufgabenbeschaffenheit verschiedene Aspekte der Projektbeschaffenheit und ihr Einfluss auf verschiedene Teamprozessgrößen im Fokus (vgl. z. B. Abankwa et al., 2019; Bjorvatn & Wald, 2018).

Die Projektkomplexität stellt im agilen Entwicklungskontext eine umfassend diskutierte Einflussgröße dar, nicht zuletzt deshalb, weil das steigende Interesse an agilen Konzepten und Methoden insbesondere auf die komplexer werdenden Projektbedingungen und -dynamiken zurückzuführen ist. Der Einfluss von verschiedenen Projektcharakteristika auf das Gelingen von Entwicklungsvorhaben in agilen Projektkontexten wurde beispielsweise von Chow und Cao (2008) untersucht. Komplexitätsfacetten eines Projekts machen ihrer Operationalisierung zufolge u. a. die Dynamik durch eng getaktete Entwicklungszeiten oder des variablen Entwicklungsumfangs inklusive veränderlicher Entwicklungsanforderungen aus.

Auch Bergmann und Karwowski (2019) beziehen in ihrer Analyse von Erfolgsfaktoren in agilen Entwicklungsprojekten die Komplexität der Projektrahmenbedingungen als zentrale Einflussgröße auf den Projekterfolg mit ein. Aufbauend auf verschiedenen Quellen bestimmen sie die Komplexität eines Entwicklungsprojekts anhand von vier Dimensionen: der Projektgröße, des Grads an technischer Schwierigkeit bzw. Anspruch, des Grads an Unsicherheit sowie der Komplexität der (Stakeholder-) Beziehungen innerhalb und außerhalb des Projektteams.

Aufbauend auf einer literaturanalytischen Betrachtung verorten Abankwa et al. (2019) die Projektkomplexität nicht nur als direkte Input-Variable in ihrem theoretischen Teammodell, sondern auch als Mediator-Variable zwischen verschiedenen Team-Input-Größen und der Teamprozessgröße. Sie operationalisieren das Konstrukt der Projektkomplexität über die beiden

Sub-Konstrukte der strukturellen und der dynamischen Komplexität (Abankwa et al., 2019, S. 5). Eine empirische Überprüfung erfolgt nicht, allerdings führen sie an:

> „Several studies have classified complexity as either structural or dynamic in nature. Structural complexity considers the size or number of components and interrelations of project elements. […] Dynamic complexity involves changes among the components and interrelations of elements over time." (Abankwa et al., 2019, S. 5)

Beispiele für strukturelle Komplexität sind hierbei die räumliche Verteilung der Teammitglieder oder die Projektgröße, während dynamische Komplexität z. B. die Veränderlichkeit von Projektzielen oder -umfängen beinhaltet (Abankwa et al., 2019, S. 5).

In Bezug auf die Wirkrichtung der Aufgaben- oder Projektkomplexität lässt sich übergreifend feststellen, dass inkonsistente Befunde darüber vorliegen, ob das Konstrukt einen positiven oder einen negativen Einfluss auf die Performance im Projektteam hat. Zu einer abschließenden einheitlichen Meinung ist man in der Komplexitätsforschung bislang nicht gekommen. Bjorvatn und Wald (2018) konstatieren hierzu:

> „Many believe that project complexity reduces project management performance. However, so far research has failed to establish this causal relationship conclusively." (Bjorvatn & Wald, 2018, S. 876)

Auch Latos et al. (2018) kommen zu der Erkenntnis, dass Komplexität sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben kann. In seinem empirischen Modell zur Untersuchung der Effektivität von Produktionsgruppen postulierte Latos (2020) in Anlehnung an das Yerkes-Dodson-Gesetz sogar einen parabelförmigen Einflussverlauf. Demnach führt eine zu hohe oder zu geringe Komplexität einer Arbeitsaufgabe zu einer niedrigen Performance der Gruppe. Gleichzeitig besitzt eine Arbeitsaufgabe jedoch auch einen mittleren, optimalen Komplexitätswert, der einen performance-steigernden Effekt hat. Empirisch konnte diese Hypothese allerdings nicht bestätigt werden (vgl. Latos, 2020).

Verschiedene meta-analytische Publikationen zur Komplexität in projektbezogenen Arbeits- und Organisationsformen befassen sich insbesondere mit geeigneten Ansätzen zur Beherrschung der zunehmenden Komplexität in Projekten. Hierbei wird von einem negativen Einfluss von Projektkomplexität auf den Projekterfolg ausgegangen (siehe z. B. Harlacher, 2021; San Cristóbal et al., 2018; Vidal & Marle, 2008). Dieser Zusammenhang wurde auch von den befragten Expert*innen aus der Technologieentwicklung angenommen.

Für das Konstrukt der „Komplexität des Projekts" werden folgende Hypothesen postuliert:

Hypothese 6.1: Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Komplexität des Projekts und der Qualität der Teamzusammenarbeit.

Hypothese 6.2: Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Komplexität des Projekts und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

Hypothese 6.3: Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Komplexität des Projekts und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.

5.4.7 Kontrollvariablen und Zusammenfassung der Hypothesen

Um zu überprüfen, ob die zu untersuchenden Zusammenhänge im Modell dem Einfluss spezifischer Rahmenbedingungen der Stichprobe unterliegen, bietet es sich an, Kontrollvariablen zu definieren. Es werden nachfolgend vier Kontrollvariablen berücksichtigt. Über die Kontrollvariable **Unternehmensgröße** (Anzahl Mitarbeitende und Jahresumsatz) soll dem Umstand Rechnung getragen werden, dass größere Unternehmen eventuell mehr Ressourcen bereitstellen und damit über mehr finanzielle und kapazitative Freiräume für eine höhere Innovationsfähigkeit im Bereich der Technologieentwicklung verfügen.

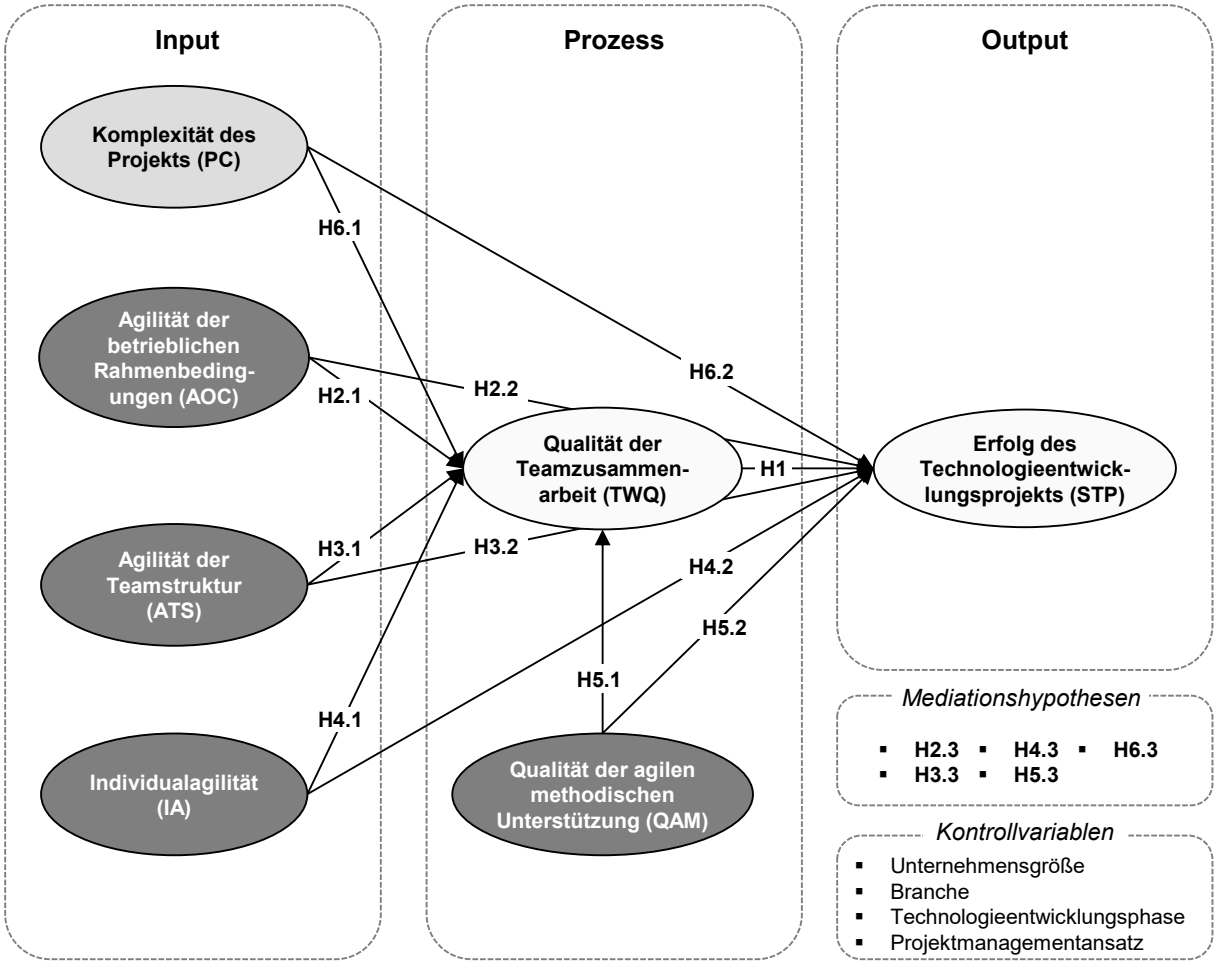


Abbildung 29: Zusammenfassung der Hypothesen im Strukturmodell.

Mit der Kontrollvariable **Branche** soll untersucht werden, ob die Zugehörigkeit zu einem Industriesektor und damit etwaige Divergenzen in Bezug auf die Innovationsfähigkeit einzelner Branchen einen Einfluss auf die Ergebnisse der Untersuchung nehmen. Als dritte Kontrollvariable soll die vorgenommene Zuordnung zu einer **Phase der Technologieentwicklung** in die Untersuchung aufgenommen werden. Es soll untersucht werden, ob die Technologieentwicklungsphase (Grundlagenforschung, Vorentwicklung, Technologieentwicklung (i. e. S.), Produktneuentwicklung), zu der das Projekt zugeordnet wurde, einen Einfluss auf die Ergebnisse

hat. Mit der Kontrollvariable **Projektmanagementansatz** soll überprüft werden, ob der im Projekt angewandte Projektmanagementansatz (agil, klassisch, hybrid) die Ergebnisse der Untersuchung beeinflusst. Abbildung 29 zeigt das empirisch noch zu überprüfende Strukturmodell mit allen Konstrukten und Hypothesen.

5.5 Spezifikation der Messmodelle für die latenten Konstrukte

Nachdem das Strukturmodell mit seinen Untersuchungsgrößen und Hypothesen aufgestellt wurde, werden nun die Messmodelle für die latenten Variablen spezifiziert. Dieser Prozessschritt wird auch als Operationalisierung (der latenten Konstrukte) bezeichnet und folgt dem von Hair et al. (2017) empfohlenen Vorgehen.

Die Operationalisierung eines Konstrukts erfolgt auf Basis des vorab geklärten theoretischen und sachlogischen Verständnisses, was unter dem Konstrukt zu verstehen ist (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 41). Nach Weiber und Mühlhaus (2014, S. 40 f.) geben Messmodelle an, wie einem hypothetischen bzw. latenten Konstrukt ein beobachtbarer Sachverhalt zugewiesen und quantitativ erfasst werden kann. Das Messergebnis wird durch eine Messvariable bestimmt, die empirisch beobachtbar ist (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 40 f.). Wichtig für die Konstruktion von Messmodellen ist die vorab festzulegende Spezifikation als reflektiv oder formativ. Für genauere Ausführungen hierzu sei auf die Arbeit von Diamantopoulos und Siguaw (2006) verwiesen. Die Spezifizierung legt fest, wie die Beziehung zwischen einem latenten Konstrukt und seinen Indikatoren konzeptualisiert ist. Reflektive Indikatoren (oder auch „effect indicators“) erheben die latente Variable, indem sich die Ausprägung dieser in den Indikatoren reflektiert. Alle Indikatoren spiegeln dabei die gleiche Variable wider und weisen typischerweise untereinander hohe Korrelationen auf. Formative Indikatoren (oder auch „causal indicators“) bedingen oder formen demgegenüber das zu erhebende Konstrukt. Sie erheben jeweils unterschiedliche Facetten und sollen das Konstrukt in seiner Gesamtheit möglichst gut widerspiegeln (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 42). Formative Indikatoren können, müssen aber nicht miteinander korrelieren (vgl. Latcheva & Davidov, 2014, S. 750).

Die Spezifizierung eines Konstrukts als formativ oder reflektiv ist nicht von Natur aus festgelegt und bedarf einer gründlichen Überlegung sowie Entscheidung im Vorfeld der Operationalisierung des Konstrukts (vgl. Huber et al., 2007, S. 17). Maßgeblichen Einfluss auf die Entscheidung über die Spezifizierung eines Konstrukts hat die der Studie zugrundeliegende Fragestellung. Sollen die Items später als (kausale) Einflussfaktoren des Konstrukts interpretiert werden können, setzt dies eine Spezifizierung des Konstrukts als formative Variable voraus. Diese Interpretationsmöglichkeit besteht bei einem reflektiv spezifizierten Konstrukt nicht (vgl. Huber et al., 2007, S. 20 ff.; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 42 f.). Wird eine formative Spezifizierung angestrebt, so muss für jeden Indikator eine kausale Relation zum Konstrukt theoretisch begründet werden können (vgl. Huber et al., 2007, S. 18).

Da für die vorliegende Arbeit ein zentrales Forschungsinteresse darin besteht, später auf Basis der empirischen Erkenntnisse praktische, arbeitsgestalterische Empfehlungen im Hinblick auf eine positive Beeinflussung der Teamzusammenarbeit und des Projekterfolgs in der Techno-

logieentwicklung aussprechen zu können, werden nachfolgend alle exogenen Konstrukte (Input- und Prozess-Größen) formativ spezifiziert. Die endogene Variable des Projekterfolgs (Output-Größe) wird im vorliegenden Modell reflektiv spezifiziert.

In der vorliegenden Arbeit werden verschiedene Konstrukte in einem übergeordneten Untersuchungskontext zusammengeführt, die in bisherigen Forschungsarbeiten so nicht kombiniert wurden. Darüber hinaus beinhaltet das Strukturmodell latente Konstrukte, die bislang nicht skalentechnisch erfasst respektive untersucht wurden. Dies betrifft insbesondere das auf der Grundlage der Interviewstudie und der Literaturanalyse bisher lediglich qualitativ angenäherte latente Konstrukt der organisationalen Agilität im Kontext der Technologieentwicklung. Des Weiteren zeigte die systematische Literaturanalyse zu bestehenden Teammodellen in der Technologieentwicklung Defizite in Bezug auf direkt nutzbare oder empirisch überprüfte Skalen bzw. Messmodelle, beispielsweise zu den Prozess- oder Output-Variablen.

In der Folge werden in einem ersten Schritt Messmodelle aus der Literatur recherchiert, die zumindest Teilaspekte des mehrdimensionalen Konstrukts der organisationalen Agilität skalentechnisch erfassen. Zum einen kann so die Notwendigkeit belegt werden, dass eine Neuentwicklung passender Skalen für diese Arbeit erforderlich wird, da keines der recherchierten Messmodelle das in der Interviewstudie herausgearbeitete Verständnis vollumfänglich und in inhaltlich ausreichendem Maße erfüllt. Zum anderen bieten recherchierte Messmodelle inklusive Items eine gute und im Idealfall empirisch geprüfte Basis, um einzelne Item-Formulierungen als Bausteine für die in dieser Arbeit erforderliche Neuspezifikation der Skalen aufzugreifen.

5.5.1 Skalen zu organisationaler Agilität

Messmodelle bzw. Skalen zu organisationaler Agilität beschreiben das latente Konstrukt in unterschiedlichem Detaillierungsgrad und aus verschiedenen branchen- sowie disziplinspezifischen Perspektiven. In der Literatur existieren verschiedene Messmodelle und Skalen, die das Konstrukt – zumindest in Bezug auf einzelne Dimensionen – qualitativ und quantitativ erfassen. Eine Zusammenfassung von Messmodellen zu organisationaler Agilität aus der Literatur zeigt Tabelle 5. In dieser sind die Skalen entsprechend ihres organisationalen Fokus sortiert.

Tabelle 5: Bestehende Messmodelle zu organisationaler Agilität.

Autoren	Name der Skala	Dimension	Gütemaß (Cronbachs Alpha)	Anzahl Items	Branche	Zusammenfassung
Alavi et al. (2014)	Workforce-Agility	Individuum	α = 0.91 - 0.95	39 Items	-	Proactivity (11 Items; α = 0.95), Adaptability (16 Items; α = 0.93), Resilience (12 Items; α = 0.91)
Al-Faouri et al. (2014)	Workforce-Agility	Individuum	α = 0.716 - 0.828	13 Items	-	Proactivity (4 Items; α = 0.732), Adaptability (5 Items; α = 0.828), Resilience (4 Items; α = 0.716)
Muduli (2016, 2017)	Workforce-Agility	Individuum	α = 0.714	7 Items	-	Adaptive, Flexible, Developmental, Collaborative, Competent, Speed, Informative (je 1 Item)
Braun et al. (2018)	Employee-Agility	Individuum	α = 0.71 - 0.88	33 Items	-	Agility (5 Items; α = 0.80), Resilience (6 Items; α = 0.85), Collaboration (5 Items; α = 0.82), Creating positive relationships (6 Items; α = 0.88), Social support (5 Items; α = 0.85), Individual renewal (3 Items; α = 0.71), Openness to experience (3 Items; α = 0.71)
Looks et al. (2021)	Questionnaire for Measuring Agility at Team Level	Team	-	28 Items	IT	6 Dimensionen: Communicative (8 Items), Change-affine (4 Items), Iterative (4 Items), Self-organized (4 Items), Product-driven (4 Items), Improvement-oriented (4 Items)
Kinnunen & Luoma (2018)	Measuring Software Business Agility	Team, Prozess	α = 0.771	10 Items	IT	3 Dimensionen: Respond to changes (4 Items; α = 0.75), Producing software (3 Items; α = 0.717), Effective Interaction (3 Items; α = 0.653)
So und Scholl (2009)	Perceptive Agile Measurement	Prozess	α = 0.78 - 0.93	46 Items	IT	Iterative Planning (7 Items; α = 0.79), Iterative Development (7 Items; α = 0.79), Continuous Integration & Testing (9 Items; α = 0.85), Customer Access (4 Items; α = 0.93), Standup Meetings (5 Items; α = 0.79), Customer Acceptance Tests (4 Items), Retrospectives (5 Items; α = 0.91), Co-Location (5 Items; α = 0.78)
Nafei (2016)	Organizational Agility	Prozess	α = 0.65 - 0.79	15 Items	-	Sensing Agility (3 Items; α = 0.65), Decision-Making Agility (5 Items; α = 0.76), Acting Agility / Practicing (7 Items; α = 0.79)
Geiger (2020)	Agility-Measurement for Large Organizations	Prozess, Unternehmen	-	20 Items	IT	Development Cycle Times (3 Items), Proactive Relationship Building (3 Items), Workforce Development (3 Items), Digital Practices (3 Items), Organizational Independence (3 Items), Trusted External Relations (3 Items), Business Practices (2 Items)

Autoren	Name der Skala	Dimension	Reliabilität (Cronbachs Alpha)	Anzahl Items	Branche	Zusammenfassung
Charbonnier-Voirin (2011)	Dimensions of Organizational Agility	Prozess, Unternehmen	α = 0.79 - 0.87	67 Items	-	4 Konstrukte mit weiteren Sub-Konstrukten: **Practices directed towards mastering change**: Proactivity (5 Items; α = 0.84), Reactivity (6 Items; α = 0.84), Communication of the strategic vision (5 Items; α = 0.83); **Practices valuing human resources**: Performance evaluation and recognition (6 Items; α = 0.87), Employee participation in decision-making (7 items), Skill development and knowledge sharing (5 Items; α = 0.79), Creativity and continuous improvement (5 Items; α = 0.81), Delegation of responsibilities (2 Items; α = 0.80); **Cooperative Practices:** Internal cooperation (7 Items; α = 0.85), External cooperation (5 Items; α = 0.87); **Practice of value creation for customers**: Knowledge of customers (6 Items; α = 0.86), Anticipating customer-related change (5 Items; α = 0.84), Personalizing the offering (3 Items)
Wendler (2016)	Dimensions of Organizational Agility	Unternehmen	-	68 Items	IT	Values and Principles (10 Items), Conditions and IT/IS (12 Items), Capabilities of managers and employees (18 Items), Activities of employees (6 Items), Activities of organization in general (22 Items)
Jungnickel et al. (2020)	Fragebogen zur internen Bestimmung des agilen Reifegrads	Unternehmen	α = 0.52 - 0.91	26 Items	IT	5 Dimensionen: Iterative Planung und Bereitstellung von Software (10 Items, α = 0.91), agile Unternehmenskultur (5 Items, α = 0.79), agile Arbeitsweise und Kundeneinbindung (5 Items, α = 0.75), Feedbackorientierte Mitarbeiterzentrierung (5 Items, α = 0.76), klassisches Projektmanagement (2 Items, α = 0.52)
Jung und Mühlfelder (2021)	Fragebogen zur mehrdimensionalen Messung der Agilität von Organisationen	Unternehmen	α = 0.73 - 0.81	24 Items	-	6 Subkonstrukte: **Führung** (α = 0.81): Förderung der Selbstorganisation (3 Items); **Personal** (α = 0.73): Feedback (2 Items), Recruiting (2 Items), Weiterbildung (2 Items); **Kultur** (α = 0.80) : Lernen (2 Items), Veränderungsbereitschaft (2 Items); **Strategie** (α = 0.78): Kundenzufriedenheit (3 Items), Vision (3 Items); **Struktur** (α = 0.75): Hierarchiefreiheit (3 Items); **Geschäftsprozesse/-abläufe** (α = 0.81): Transparenz (2 Items)

Eine erste Gruppe von Skalen liefert Operationalisierungen für ein personenbezogenes Verständnis von Agilität (siehe Alavi et al., 2014; Al-Faouri et al., 2014; Braun et al., 2017; Muduli, 2016, 2017). Für die Konstrukte „Workforce-Agility“ oder „Employee-Agility“ werden hierzu Messmodelle bestehend aus unterschiedlichen Item-Anzahlen und variierenden empirischen Gütekriterien präsentiert. Alavi et al. (2014) messen das Konstrukt „Workforce-Agility“ mit insgesamt 39 Items entlang der drei Sub-Konstrukte Proaktivität, Adaptivität und Resilienz (die Reliabilität der Sub-Konstrukte liegt hierbei zwischen α = 0,91 und 0,95). Auch Al-Faouri et al. (2014) fokussieren sich auf diese drei Sub-Konstrukte, komprimieren ihre Skala jedoch auf insgesamt 13 Items (α = 0.716 - 0.828). Einen abweichenden Ansatz zur Messung von „Workforce Agility“ präsentieren die Arbeiten von Muduli (2016, 2017), indem sechs Facetten des Konstrukts mit je einer Singe-Item-Messung operationalisiert werden (α = 0.714). Die Skala „Employee Agility“ von Braun et al. (2017) beschreibt Agilität aus einer organisationspsychologischen Perspektive. Hierzu nutzt die Skala sieben Sub-Konstrukte, die mit insgesamt 33 Indikatoren gemessen werden (α = 0.71 - 0.88).

Eine zweite Gruppe von Ansätzen lässt sich entsprechend ihres team- oder prozessbezogenen Fokus zusammenfassen (siehe Kuusinen et al., 2016; Looks et al., 2021; Nafei, 2016; So & Scholl, 2009). Der von Looks et al. (2021) entwickelte Fragebogen „Questionnaire for Measuring Agility at Team Level“ umfasst insgesamt 28 Indikatoren, welche die Agilität in der Struktur eines Softwareentwicklungsteams im Hinblick auf sechs Dimensionen erfassen. Eine empirische Evaluation des Fragebogens erfolgt nicht. Sowohl team- als auch prozessbezogene Facetten erhebt der Fragebogen „Measuring Software Business Agility“ nach Kinnunen und Luoma (2018). Mit insgesamt zehn Items werden die Sub-Konstrukte „Respond to changes“, „Producing Software“ und „Effective Interaction“ operationalisiert (α = 0.653 - 0.75). Demgegenüber betrachten die Arbeiten von So und Scholl (2009) (acht Sub-Konstrukte mit 46 Items; α = 0.78 - 0.93) und Nafei (2016) (drei Sub-Konstrukte mit 15 Items; α = 0.65 - 0.79) Agilität vornehmlich aus einer prozessualen Perspektive. Hierzu greifen die beiden Messmodelle verschiedene Elemente prozessualer Agilität (beispielsweise die Anwendung agiler Praktiken im Rahmen von agilen Methoden) auf und operationalisieren diese mit passenden Indikatoren.

Eine dritte Gruppe von Skalen erfasst organisationale Agilität aus einer eher ganzheitlich, unternehmensbezogenen Perspektive (siehe Charbonnier-Voirin, 2011; Geiger, 2020; Jung & Mühlfelder, 2021; Jungnickel et al., 2020; Wendler, 2016). Hierbei lassen insbesondere die beiden Skalen zum „Agility-Measurement for Large Organizations“ nach Geiger (2020) sowie zur „Dimensions of Organizational Agility“ nach Charbonnier-Voirin (2011) einen starken Fokus auf prozessuale Facetten erkennen. Während Geiger (2020) eine explorative Faktorenanalyse anwendet, um eine Skala bestehend aus sieben Sub-Konstrukten mit insgesamt 20 Items komprimiert darzustellen, fällt die Skala nach Charbonnier-Voirin (2011) mit insgesamt 67 Indikatoren, verteilt auf mehrere Konstrukte und Sub-Konstrukte (α = 0.79 - 0.87), deutlich umfangreicher aus. Die Skala „Dimensions of Organizational Agility“ nach Wendler (2016) wurde zur Erhebung von organisationaler Agilität in IT-nahen Unternehmen konstruiert. Eine quantitative Überprüfung der 68 Indikatoren wurde nicht vorgenommen. Die beiden deutschsprachigen Skalen „Fragebogen zur internen Bestimmung des agilen Reifegrads“ nach Jungnickel et al. (2020) und „Fragebogen zur mehrdimensionalen Messung der Agilität von Organisationen“

nach Jung und Mühlfelder (2021) mit 26 Items (α = 0.52 - 0.91) bzw. 24 Items (α = 0.73 - 0.81) fokussieren ebenfalls eine gesamtorganisationsbezogene Bewertung. Während die Skala nach Jungnickel et al. (2020) auf IT-Unternehmen ausgerichtet ist, stellt das Messmodell von Jung und Mühlfelder (2021) eine Branchen-unspezifische, eher auf allgemeine Unternehmenscharakteristika ausgerichtete Befragung dar.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die präsentierten Messmodelle bzw. Skalen im Hinblick auf die jeweils betrachteten organisationalen Dimensionen (Individuum, Teamstruktur, (Team-)Prozess, Unternehmen), die empirische Überprüfung (keine Überprüfung bis hin zu mehrstufiger Evaluationsstudie), die Item-Anzahl und ihre inhaltlichen Ausrichtung (siehe Zusammenfassung in Tabelle 5) variieren. Keines der Messmodelle operationalisiert organisationale Agilität im Hinblick auf den Anwendungskontext der Technologieentwicklung. Aus diesem Grund gilt es im folgenden Kapitel für diese Arbeit eine neue Operationalisierung des Konstrukts vorzunehmen, im Rahmen derer die in der Interviewstudie identifizierten Faktoren aufgegriffen und in messbare Indikatoren übersetzt werden. Einzelne Indikatoren der zusammengetragenen Messmodelle und Skalen in Tabelle 5 können hierzu als Vorlage oder Anregung zur Formulierung dienen.

5.5.2 Operationalisierung der Konstrukte für diese Arbeit

Der folgende Abschnitt beinhaltet die Operationalisierung der Untersuchungsgrößen. Für die inhaltliche Entwicklung der (neuen) Messmodelle zu organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung wird maßgeblich das in der Interviewstudie erarbeitete Verständnis zugrunde gelegt. Das Verständnis kann hierbei konkret an den erarbeiteten Faktoren festgemacht werden. Um den Anforderungen an eine redundanzfreie Messung zu entsprechen, wird im Zuge der Itemformulierung eine Verdichtung und (vereinzelte) Zusammenfassung dieser (qualitativ erhobenen) Faktoren erforderlich. Diese Verdichtung sieht vor, dass inhaltlich ähnliche Faktoren bei der Indikatoren-Bildung zusammengefasst werden, um den Umfang der Untersuchungsgrößen auf ein angemessenes Maß zu beschränken.

Grundsätzlich gilt für die Konzeption von (neuen) Messmodellen, nach Möglichkeit, auf etablierte Skalen oder zumindest Indikatoren zurückzugreifen. Im Hinblick auf die Skalen zu organisationaler Agilität hat sich bereits gezeigt, dass keine der Skalen alle der in der Interviewstudie herausgearbeiteten Facetten von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung vollumfänglich abdeckt. Einzelne Untersuchungsgrößen, wie Faktoren des Konstrukts der „Individualagilität“, zeigten jedoch eine gute inhaltliche Übereinstimmung mit Indikatoren der identifizierten „Workforce-Agility“-Skala. Demzufolge wird für die Operationalisierung der Konstrukte in dieser Arbeit folgendes Vorgehen gewählt: Nach Möglichkeit wird ein Grundstock an Items eines empirisch geprüften Messmodells verwendet und selektiv um eigene Indikatoren erweitert. Bietet keines der existierenden Messmodelle eine geeignete Ausgangsbasis, erfolgt eine vollständige neue Zusammenstellung von Items zur Operationalisierung des Konstrukts.

Grundsätzlich werden alle Items, die aus einem etablierten Messmodell entlehnt werden, vor dem Hintergrund des in dieser Arbeit vorliegenden Untersuchungskontexts der Technologie-

entwicklung und der Zielstichprobe (Akteurinnen und Akteure, die in Technologieentwicklungsteams arbeiten) sprachlich adaptiert. Auf diese Weise wird eine hohe Passung zu den in der Interviewstudie herausgearbeiteten Indikatoren sichergestellt. Das Ausmaß an sprachlichen und inhaltlichen Anpassungen wird dabei so gering wie möglich gehalten.

Als Vorgriff auf die spätere Beschreibung der Fragebogenkonstruktion (siehe Kapitel 6.1) sei an dieser Stelle noch der Hinweis gegeben, dass die Formulierung der Items in der Vergangenheitsform erfolgt. Dies hat den Hintergrund, dass sich die Beantwortung des Fragebogens auf ein bereits abgeschlossenes Technologieentwicklungsprojekt beziehen soll, um eine vollumfängliche Bewertung des Projekts zu ermöglichen.

Als endogenes Konstrukt und zu erklärende Output-Größe wird zunächst das Konstrukt **„Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“** (Kodierung: ***STP***) operationalisiert. Für die Operationalisierung dieses Konstrukts kann auf Högl (1998) zurückgegriffen werden, der die Teamleistung in innovativen Projekten über die beiden Größen Effektivität und Effizienz erhebt. Einzelne Indikatoren dieser beiden ursprünglich getrennt operationalisierten Konstrukte sowie die dazugehörigen Items können nach geringfügigen sprachlichen Anpassungen zur Messung des „Erfolgs des Technologieentwicklungsprojekts“ übernommen werden. Dazu zählen vier Items zur Erhebung des Ergebniserfolgs, der Anforderungserfüllung, der internen Zielerreichung und der Kundenbewertung der Qualität. Vier weitere Indikatoren zur Messung der Effizienz werden ebenfalls in Anlehnung an Högl (1998) formuliert. Das Item zur Erhebung der Effizienz des Projektverlaufs wird in zwei Varianten aufgenommen, um die Bewertung sowohl aus Unternehmenssicht als auch aus Kundensicht zu erfassen. Die Formulierung der beiden Items zur Erfassung der zeitlichen Effizienz und der finanziellen Effizienz erfolgt ebenfalls in Anlehnung an Högl (1998). Als neuntes Item wird ein Item zur Messung der Teamzufriedenheit aufgenommen. Die adaptierte Formulierung dieses Items orientiert sich dabei an der Operationalisierung eines entsprechenden Items zur teamseitigen Bewertung des Projekterfolgs nach Fedor et al. (2003). Tabelle 6 zeigt die Operationalisierung des Konstrukts im Überblick.

Tabelle 6: Operationalisierung des Konstrukts „Projekterfolg“.

Code	Indikator	Item	Quelle
STP1	Zeitliche Effizienz	Insgesamt betrachtet wurde das Projekt unter Einhaltung des Zeitplans durchgeführt.	i. A. a. Högl (1998)
STP2	Finanzielle Effizienz	Insgesamt betrachtet wurde das Projekt unter Einhaltung der Kostenziele durchgeführt.	i. A. a. Högl (1998)
STP3	Effizienz des Projektverlaufs (aus Unternehmenssicht)	Aus Sicht unserer Organisation/ unseres Unternehmens konnte man mit dem Projektverlauf und der Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber (Kunden) zufrieden sein.	i. A. a. Högl (1998)
STP4	Effizienz des Projektverlaufs (aus Kundensicht)	Der Auftraggeber (bzw. Kunde) war mit dem Projektverlauf und der Zusammenarbeit mit dem Projektteam zufrieden.	i. A. a. Högl (1998)
STP5	Ergebniserfolg	Am Ergebnis gemessen konnte man das Projekt als erfolgreich bezeichnen.	i. A. a. Högl (1998)
STP6	Anforderungserfüllung	Alle Anforderungen des Auftraggebers (Kunden) wurden erfüllt.	i. A. a. Högl (1998)
STP7	Interne Zielerreichung	Aus Sicht unserer Organisation/ unseres Unternehmens wurden alle gesetzten Projektziele erfüllt.	i. A. a. Högl (1998)
STP8	Kundenbewertung der Qualität	Der Auftraggeber (Kunde) war mit der Qualität des Projektergebnisses zufrieden.	i. A. a. Högl (1998)
STP9	Teamzufriedenheit	Das Projektteam war insgesamt zufrieden mit dem, was es erreicht hat.	i. A. a. Fedor et al. (2003)

Als Mediator- und Prozessgröße im Modell dient das Konstrukt **„Qualität der Teamzusammenarbeit“ (*TWQ*)**. Als Grundlage für die Operationalisierung wird der von Högl (1998, S. 126 ff.) konzipierte Ansatz zur Messung der Qualität der Interaktion in Innovationsteams herangezogen, der sechs Konstrukte mit insgesamt 38 Items umfasst. Dieser mehrstufige Ansatz zur Messung der Zusammenarbeitsqualität von Högl (1998) erweist sich allerdings als zu umfangreich und damit nicht praktikabel für das vorliegende Forschungsvorhaben. Daher wird angestrebt, eine komprimierte, eindimensionale Variante der Messskala von Högl (1998) zu entwickeln. Das adaptierte Konstrukt soll inhaltlich alle sechs Konstrukte (Kommunikation, Koordination, gegenseitige Unterstützung, Engagement, Kohäsion, Ausgewogenheit der Beiträge) von Högl (1998) adressieren, allerdings deutlich weniger Items umfassen. Zur Messung der „Qualität der Teamzusammenarbeit“ wird daher ein formativ spezifiziertes Konstrukt definiert, welches sich aus neun Items zusammensetzt. Die Formulierung von vier Items erfolgt in Anlehnung an den ursprünglichen Fragebogen von Högl (1998): Das Item „Aufgabenkoordination“ erfasst die Abstimmung von Unteraufgaben im Projektteam, das Item „Kohäsion“ misst den Grad des Zusammenhalts im Team, das Item „Gegenseitigen Unterstützung“ beschreibt die Kooperationsfähigkeit innerhalb des Teams und das Item „Einsatz nach Fähigkeiten“ betrachtet, inwiefern die Teammitglieder entsprechend ihrer Potenziale an der Erreichung der Teamziele beteiligt waren. Drei Items, welche die „Offenheit der Kommunikation“, die „Informationsbereitstellung“ und die „Verantwortungsübernahme „der Teammitglieder erfassen, werden in Anlehnung an den „Fragebogen zur Arbeit im Team“ (FAT) von Kauffeld (2004) formuliert. Zwei weitere Items („ Engagement“ der Teammitglieder und „Teamflexibilität“) werden von Latos (2020) adaptiert. Tabelle 7 zeigt die Operationalisierung des Konstrukts „Qualität der Teamzusammenarbeit“.

Tabelle 7: Operationalisierung des Konstrukts „Qualität der Teamzusammenarbeit“.

Code	Indikator	Item	Quelle
TWQ1	Offenheit der Kommunikation	Die Zusammenarbeit in unserem Projektteam zeichnete sich durch offene und direkte Kommunikation aus.	i. A. a. Kauffeld (2004)
TWQ2	Informationsbereitstellung	Wir brachten alle wichtigen Informationen in unser Projektteam ein.	i. A. a. Kauffeld (2004)
TWQ3	Aufgabenkoordination	Die Bearbeitung von Unteraufgaben wurde im Projektteam eng abgestimmt.	i. A. a. Högl (1998)
TWQ4	Kohäsion	Unser Projektteam zeichnete sich durch einen starken Zusammenhalt aus.	i. A. a. Högl (1998)
TWQ5	Gegenseitige Unterstützung	In unserem Projektteam herrschte eine kooperative Arbeitsatmosphäre.	i. A. a. Högl (1998)
TWQ6	Verantwortungsübernahme	In unserem Projektteam fühlte sich jeder für das Gesamtergebnis verantwortlich.	i. A. a. Kauffeld (2004)
TWQ7	Engagement	In unserem Projektteam setzte sich jeder mit vollem Engagement ein.	i. A. a. Latos (2020)
TWQ8	Einsatz nach Fähigkeiten	Die Teammitglieder waren ihren Potenzialen entsprechend an der Erreichung des Teamzieles beteiligt.	i. A. a. Högl (1998)
TWQ9	Teamflexibilität	Als Projektteam konnten wir gut auf neue Anforderungen im Projektverlauf reagieren.	i. A. a. Latos (2020)

Das Konstrukt **„Komplexität des Projekts“ (*PC*)** erfasst die Komplexität eines Technologieentwicklungsprojekts. Als inhaltliche Grundlage für die Operationalisierung des Konstrukts die-

nen die im Rahmen der Interviewstudie herausgearbeiteten Herausforderungen in der Technologieentwicklung (siehe Kapitel 4.2.2). Aufgrund der inhaltlich guten Übereinstimmung werden für die Operationalisierung die Indikatoren des Modells zur Erhebung der Projektkomplexität (sog. Project Complexity Characteristics (PCC)) von Mikkelsen (2021) herangezogen. Zwar sind die von Mikkelsen (2021) angeführten Indikatoren bislang nicht empirisch überprüft, allerdings zeigen sie eine gute Deckung mit den in den Expert*inneninterviews identifizierten Herausforderungen. Insgesamt wird das Konstrukt „Komplexität des Projekts“ mit acht Items operationalisiert. Für die Operationalisierung werden die im PCC-Modellansatz präsentierten Komplexitätscharakteristika inklusive ihrer Formulierungen aufgegriffen und unter Berücksichtigung des vorliegenden Studienkontexts dieser Arbeit in sieben Indikatoren respektive Items überführt. Die sieben Indikatoren umfassen die Aufgabenvielfalt in einem Technologieentwicklungsprojekt, die Ziel- und Ergebnisunsicherheit, die Vorgehens- und Methodenunsicherheit, die unternehmenspolitische Einflussnahme während des Projekts, die Stakeholder-Diversität, die Planbarkeit innerhalb des Projektverlaufs sowie die Anforderungsambiguität. Ergänzend hierzu wurde noch ein neues Item hinzugefügt. Dieses erhebt den Neuheitswert des Forschungsfelds, dem das Technologieentwicklungsprojekt zuzuordnen war. Tabelle 8 zeigt die Operationalisierung des Konstrukts „Komplexität des Projekts“.

Tabelle 8: Operationalisierung des Konstrukts „Komplexität des Projekts“.

Code	Indikator	Item	Quelle
PC1	Aufgabenvielfalt	Das Projekt war charakterisiert durch einen großen Umfang unterschiedlicher Teilaufgaben.	i. A. a. Mikkelsen (2021)
PC2	Ziel- und Ergebnisunsicherheit	Das Projekt war charakterisiert durch einen hohen Grad an Unsicherheit in Bezug auf die Projektziele und das Projektergebnis.	i. A. a. Mikkelsen (2021)
PC3	Vorgehen- und Methodenunsicherheit	Das Projekt war charakterisiert durch einen hohen Grad an Unsicherheit in Bezug auf das Vorgehen und die einzusetzenden Methoden.	i. A. a. Mikkelsen (2021)
PC4	Unternehmenspolitische Einflüsse	Der Projektverlauf bzw. Entscheidungen im Projekt wurden durch unternehmenspolitische Aspekte beeinflusst.	i. A. a. Mikkelsen (2021)
PC5	Stakeholder-Diversität	Die am Projekt beteiligten Stakeholder zeichneten sich durch unterschiedliche Interessens- und Zielvorstellungen aus.	i. A. a. Mikkelsen (2021)
PC6	Planbarkeit	Es war schwierig, im Projekt das Vorgehen weit im Voraus zu planen.	i. A. a. Mikkelsen (2021)
PC7	Anforderungsambiguität	Die Anforderungen im Projekt waren unklar, nicht vollumfänglich definiert oder mehrdeutig.	i. A. a. Mikkelsen (2021)
PC8	Neuheitsgrad	Das Forschungsfeld, in dem das Projekt verortet war, zeichnete sich durch einen hohen Neuheitsgrad aus.	Neues Item

Die drei Konstrukte **„Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“**, **„Agilität der Teamstruktur“** und **„Individualagilität“** erfassen (entsprechend der vorherigen Ausführungen) drei verschiedene strukturelle Wirkebenen von organisationaler Agilität (Unternehmen, Teamstruktur und Individuum). Die Operationalisierung der Konstrukte erfolgt ebenfalls maßgeblich auf den zusammengetragenen Faktoren aus den Expert*Inneninterviews. Für die Operationalisierung können nicht alle der genannten Faktoren Berücksichtigung finden. Aus fragebogenökonomischen Gründen werden daher Faktoren, die seltener genannt wurden, nicht berücksichtigt oder Faktoren, die inhaltlich ähnlich sind, zu einem Indikator zusammengefasst.

Das Konstrukt **„Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ (*AOC*)** wird insgesamt durch zehn Items spezifiziert (siehe Tabelle 9). Die beiden ersten Items berücksichtigen die

Verfügbarkeit von wichtigen Ressourcen für eine erfolgreiche agile Teamarbeit. Zum einen umfasst dies die Verfügbarkeit personeller, technischer und finanzieller Ressourcen für die Projektbearbeitung (*AOC1*), zum anderen die Verfügbarkeit ausreichender räumlicher Infrastruktur (*AOC2*). Ein weiteres Item erhebt die von der Organisation bzw. von dem Unternehmen zur Verfügung gestellte Handlungs- und Experimentierfreiheit (*AOC3*). Die Formulierung des Items erfolgt in Anlehnung an ein entsprechendes Item aus der Skala zum Projektinnovationsklima von Marx (2008, S. 99). Die Arbeit von Marx (2008) dient ebenfalls als Formulierungsgrundlage für ein Item, welches die Toleranz für Fehler, Rückschläge oder Hindernisse im Projektverlauf erfasst (*AOC6*). Ein weiteres Item, welches die seitens der Organisation eingeräumte Entscheidungsfreiheit des Projektteams (*AOC4*) beschreibt, wird in Anlehnung an Koch (2021, S. 79) formuliert. Zudem werden zwei Items aus dem von Wendler (2016, S. 470 ff.) konstruierten Fragebogen zur Erhebung organisationaler Agilität adaptiert. Das erste dieser Items erhebt das seitens der Organisation bzw. des Unternehmens gegenüber den Mitarbeitenden aufgebrachte Vertrauen (*AOC5*). Das zweite Item operationalisiert die organisationale Barrierefreiheit für die Projektarbeit in der Organisation bzw. im Unternehmen (*AOC9*). Hieran anknüpfend wird ein weiteres Item formuliert, welches die Möglichkeit des Projektteams erfasst, standardisierte oder bürokratische Prozesse zu verschlanken (*AOC8*). Die Offenheit der Organisation bzw. des Unternehmens für neue Methoden und Konzepte wird über das Item *AOC10* erhoben. Ein letztes Item erfasst, inwiefern strukturierte betriebliche Personal- bzw. Kompetenzentwicklungsprogramme angeboten werden (*AOC7*).

Tabelle 9: Operationalisierung des Konstrukts „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“.

Code	Indikator	Item	Quelle
AOC1	Ressourcenverfügbarkeit (Zeit, Budget, Personal)	Die zur Verfügung stehenden Mittel und Ressourcen (personell, technisch, finanziell) waren für die Projektbearbeitung angemessen.	Neues Item
AOC2	Räumliche Infrastruktur	Unsere Organisation/ unser Unternehmen stellte ausreichende räumliche Infrastruktur für die Bearbeitung des Projektes zur Verfügung.	Neues Item
AOC3	Handlungsfreiheit zum Experimentieren	Unsere Organisation/ unser Unternehmen stellte ausreichenden Freiraum zum Experimentieren und Ausprobieren neuer Ideen zur Verfügung.	i.A.a. Marx (2008)
AOC4	Entscheidungsfreiheiten	Unsere Organisation/ unser Unternehmen befähigte das Projektteam, bei unvorhersehbaren Änderungen selbst zu entscheiden, wie es reagieren soll.	i.A.a. Koch (2021)
AOC5	Vertrauen	Unsere Organisation/ unser Unternehmen brachte den Mitarbeitenden ausreichendes Vertrauen entgegen, dass sie ihre Aufgaben gut erledigen.	i.A.a. Wendler (2016)
AOC6	Fehlerkultur	Unsere Organisation/ unser Unternehmen brachte ausreichende Toleranz für das Auftreten von Fehlern, Rückschlägen oder Hindernissen bei der Bearbeitung des Projekts auf.	i.A.a. Marx (2008)
AOC7	Personalentwicklung	Unsere Organisation/ unser Unternehmen unterstützte die Mitarbeitenden beim kontinuierlichen Erwerb relevanter Kompetenzen (z. B. durch strukturierte Personalentwicklungsprogramme).	Neues Item
AOC8	Verschlankung von Prozessen	Unsere Organisation/ unser Unternehmen erlaubte es dem Projektteam, bei Bedarf standardisierte, bürokratische Prozesse eigenverantwortlich zu verschlanken.	Neues Item
AOC9	Organisationale Barrierefreiheit	Die Projektarbeit wurde nicht durch organisationale Barrieren behindert.	i.A.a. Wendler (2016)
AOC10	Offenheit für neue Konzepte	Unsere Organisation/ unser Unternehmen brachte ausreichende Offenheit für neue Methoden oder Konzepte (z. B. für neue Arbeitsformen) auf.	Neues Item

Das Konstrukt **„Agilität der Teamstruktur“** (***ATS***) setzt sich aus zwölf Items zusammen (siehe Tabelle 10). Erhoben wird hierbei die Größe des Projektteams (*ATS1*) und die hierarchische Struktur innerhalb des Projektteams (*ATS2*). Außerdem wird die Multi- bzw. Interdisziplinarität im Projektteam (*ATS3*) sowie die Kontinuität in der Teambesetzung (*ATS6*) beleuchtet. Weitere wichtige Aspekte liegen in der Definition von Rollen und der Verteilung von Verantwortlichkeiten im Team. Gemessen wird dabei, ob Rollen im Team eher informell organisiert und variabel sind (*ATS4*) und zum anderen, ob Verantwortlichkeiten im Team vor allem an Projektaufgaben geknüpft sind (*ATS5*). Eine hohe Bedeutung hatte in den Interviews zudem der Aspekt der Diversität. Insgesamt drei Items werden aus dem Grund in die Skala aufgenommen: Ein erstes Item legt den Fokus darauf, inwiefern unterschiedliche Arbeitsteilungszugehörigkeiten und Funktionstitel im Projektteam vertreten waren (*ATS10*). Mit dem zweiten Item wird die Geschlechterverteilung (*ATS12*) betrachtet. Das dritte Item misst die Diversität im Hinblick auf das fachliche Erfahrungswissen des Projektteams (*ATS9*). Mit dem Item der Projektfokussierung wird erhoben, inwiefern die Teammitglieder eine zusätzliche Belastung durch weitere, parallele Projekte hatten (*ATS7*). In den Interviews zeigte sich zudem eine ähnliche Arbeitseinstellung der Teammitglieder als bedeutend für teamstrukturelle Agilität. Aus diesem Grund wird ein weiteres Item in die Skala aufgenommen (*ATS8*). Mit dem Item *ATS11* wird erhoben, inwiefern die Zusammenstellung des Projektteams es ermöglichte, dass sich Teammitglieder gegenseitig fachlich vertreten können.

Tabelle 10: Operationalisierung des Konstrukts „Agilität der Teamstruktur“.

Code	Indikator	Item	Quelle
ATS1	Teamgröße	Unser Projektteam hatte eine übersichtliche Anzahl an Mitgliedern.	Neues Item
ATS2	Hierarchieebenen	Unser Projektteam war durch eine flache hierarchische Struktur geprägt.	Neues Item
ATS3	Multi-/ Interdisziplinarität	In unserem Projektteam waren verschiedene fachliche Disziplinen vertreten.	Neues Item
ATS4	Rollendefinition	In unserem Projektteam waren Rollen eher informell organisiert und variabel.	Neues Item
ATS5	Verantwortlichkeiten	In unserem Projektteam waren Verantwortlichkeiten vor allem an Projektaufgaben geknüpft.	Neues Item
ATS6	Kontinuität in der Teambesetzung	Die personelle Zusammensetzung unseres Projektteams änderte sich selten.	Neues Item
ATS7	Fokussierung auf ein Projekt	Die Personen unseres Projektteams mussten wenige Projekte parallel bearbeiten.	Neues Item
ATS8	Arbeitseinstellung	Die Personen unseres Projektteams hatten eine ähnliche Arbeitseinstellung.	Neues Item
ATS9	Diversität (Erfahrung)	Unser Projektteam hatte eine ausgewogene Zusammensetzung aus erfahrenen und weniger erfahrenen Mitgliedern.	Neues Item
ATS10	Diversität (Abteilungszugehörigkeit und Funktionstitel)	In unserem Projektteam waren Personen unterschiedlicher Abteilungszugehörigkeit und Funktionstitel vertreten.	Neues Item
ATS11	Personenunabhängigkeit	Die Zusammensetzung des Projektteams erlaubte es, dass sich Teammitglieder gegenseitig fachlich vertreten konnten.	Neues Item
ATS12	Diversität (Geschlecht)	In unserem Projektteam waren die Geschlechter gleichermaßen vertreten.	Neues Item

Das Konstrukt **„Individualagilität“** (***IA***) setzt sich aus insgesamt 13 Items zusammen (siehe Tabelle 11). Aufgrund der guten inhaltlichen Übereinstimmung der im Rahmen der Interviewstudie identifizierten Faktoren mit der in der Literatur gefundenen Skala der „Workforce Agility“ von Al-Faouri et al. (2014, S. 437) wird diese nachfolgend für die Operationalisierung

des Konstrukts herangezogen. Al-Faouri et al. (2014) operationalisieren „Workforce Agility“ als mehrstufiges Konstrukt, bestehend aus den drei Sub-Konstrukten Proaktivität („Proactivity“), Resilienz („Resiliency“) und Anpassungsfähigkeit („Adaptability“), die insgesamt durch 13 Items gemessen werden. Das Konstrukt „Individualagilität“ wurde nachfolgend als formativ spezifiziertes Konstrukt verwendet. Ein erstes Item erfasst die Eigeninitiative von Mitarbeitenden zur Verbesserung der Projektarbeit (*IA1*), ein zweites zielt auf die Kreativität zur Problemlösung ab (*IA2*). Die Fähigkeit, Projektentwicklungen vorausschauend einzuschätzen (*IA4*), sowie das Bemühen, durch eigenes Handeln den Projekterfolg zu vergrößern (*IA3*), werden in weiteren Items formuliert. Agilität auf Individualebene wird weiterhin über die Offenheit der bzw. des Mitarbeitenden gegenüber Änderungen (*IA5*) spezifiziert. Ein weiteres Item adressiert die Fähigkeit, unter Unsicherheit arbeiten zu können (*IA6*). Zudem wird für die Messung des Konstrukts die Akzeptanz von alternativen Herangehensweisen zur Problemlösung (*IA8*) und die Offenheit, neue Aufgaben und Zuständigkeiten während der Projektbearbeitung zu übernehmen (*IA9*), erhoben. Das Item der Druckresistenz misst, wie die bzw. der Mitarbeitende mit Drucksituationen umgeht (*IA7*). Die Fähigkeit, an mehreren Aufgaben mit unterschiedlichen Teammitgliedern zu arbeiten (*IA11*) sowie die Bereitschaft, sich neue Fähigkeiten zur Bearbeitung von Aufgaben anzueignen (*IA10*), bilden weitere Items des Konstrukts. Komplettiert wird das Konstrukt durch die beiden Items der Anpassungsfähigkeit auf veränderte Projektumstände (*IA12*) und der Flexibilität, verschiedenste Aufgaben im Projekt zu erledigen (*IA13*).

Tabelle 11: Operationalisierung des Konstrukts „Individualagilität“.

Code	Indikator	Item	Quelle
IA1	Eigeninitiative	Ich ergreife Initiative, um die gemeinsame Arbeit in Projekten zu verbessern.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA2	Kreativität	Ich versuche Probleme und Herausforderungen, die uns während des Projektes begegnen, auf kreative Art zu lösen.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA3	Entrepreneurship	Ich suche nach Wegen, aus gegebenen Möglichkeiten das Beste für einen größeren Projekterfolg herauszuholen.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA4	Antizipation	Ich bemühe mich, zukünftige Entwicklungen und daraus resultierende Herausforderungen im Projekt vorausschauend einzuschätzen.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA5	Offenheit gegenüber Änderungen	Ich begrüße grundsätzlich Veränderungen bei der Projektarbeit, wie zum Beispiel durch neue Ideen und Technologien.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA6	Arbeiten unter Unsicherheit	Mir macht es nichts aus, unter unsicheren Anforderungen im Projekt zu arbeiten.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA7	Druckresistenz	Ich kann gut mit verschiedenen Drucksituationen umgehen, denen ich in der Projektarbeit begegne.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA8	Akzeptanz	Ich akzeptiere Unterschiede in Meinungen und verstehe andere Herangehensweisen bei Problemlösungsfindungen.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA9	Offenheit für neue Aufgaben	Ich habe eine hohe Anpassungsfähigkeit, die mir hilft, jegliche neue Aufgaben oder Zuständigkeiten im Projekt anzunehmen.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA10	Neugier/ Lernbereitschaft	Es macht mir nichts aus, mir Fähigkeiten anzueignen, die für neue Aufgaben und Zuständigkeiten in meiner Arbeit notwendig sind.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA11	Multitaskingfähigkeit	Es macht mir nichts aus, zeitgleich an mehreren Aufgaben mit unterschiedlichen Teammitgliedern zu arbeiten.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA12	Anpassungsfähigkeit	Ich habe die Fähigkeit, mich an veränderte Umstände im Projektverlauf anpassen zu können.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)
IA13	Flexibilität	Ich verfüge über das notwendige fachliche Wissen, das es mir ermöglicht, flexibel verschiedenste Aufgaben im Projekt zu erledigen.	i. A. a. Al-Faouri et al. (2014)

Das Konstrukt **„Qualität der agilen methodischen Unterstützung“** (***QAM***) soll im Rahmen der empirischen Evaluation anhand von zehn Items erhoben werden und vereint methodische Elemente, die als prozessuale Dimension von organisationaler Agilität eine Prozessunterstützung in der Technologieentwicklung bieten können. Tabelle 12 zeigt die Operationalisierung des Konstrukts. Konkret erhebt das Konstrukt, ob spezifische Methoden bzw. Tools im Projektverlauf Anwendung finden. Ein erstes Item misst, inwiefern Methoden bzw. Tools für ein transparentes Prozess- und Aufgabenmanagement eingesetzt werden (*QAM1*). Ein weiteres Item erhebt, inwiefern eine methodisch unterstützte Schaffung von Informationstransparenz (*QAM3*) vorliegt. Hieran grenzen Methoden und Tools an, um das Team thematisch und fachlich auf dem aktuellen Stand zu halten (*QAM10*). Das Item *QAM6* misst, ob ein kontinuierliches Monitoring des Prozessfortschritts durchgeführt wird. Durch das Item der Retrospektive wird erhoben, ob methodisch angeleitete Reflexionen der Teamzusammenarbeit durchgeführt werden (*QAM2*). Darüber hinaus fokussieren zwei Items die methodische Unterstützung im Hinblick auf eine Steigerung der Ergebnis- und Zielorientierung im Projekt: ein erstes Item erhebt, inwiefern Methoden oder Tools für eine ziel- und ergebnisorientierte Arbeitsweise genutzt werden (*QAM7*), und ein zweites Item misst, ob die Projektarbeit durch eine regelmäßige Erstellung physischer Inkremente (Prototypen) bzw. Projektzwischenstände geprägt ist (*QAM5*). Ein weiteres Item fokussiert die methodisch unterstützte Stärkung der direkten Kommunikation im Projektteam (*QAM9*). Auch eine methodisch angeleitete kontinuierliche Einbindung von Auftraggebern bzw. Kunden in das Projekt wird über ein Item erhoben (*QAM4*). Ein letztes Item betrachtet, inwiefern Methoden zur Planung und Durchführung kurzer, zeitlich definierte Arbeitsphasen (*QAM8*) eingesetzt werden.

Tabelle 12: Operationalisierung des Konstrukts „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“.

Code	Indikator	Item	Quelle
QAM1	Transparentes Aufgabenmanagement	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein für ein transparentes Prozess- und Aufgabenmanagement.	Neues Item
QAM2	Retrospektive	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein zur Reflexion der Zusammenarbeit im Projektteam.	Neues Item
QAM3	Informationstransparenz	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein zur Schaffung von Informationstransparenz im Projektteam.	Neues Item
QAM4	Kundeneinbindung	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein zur strukturierten Einbindung von Auftraggebern (Kunden) in das Projekt.	Neues Item
QAM5	Inkrementerstellung	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein zur Erstellung präsentierfähiger Teilergebnisse und Projektzwischenstände.	Neues Item
QAM6	Monitoring des Prozessfortschritts	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein für ein kontinuierliches Monitoring des Prozessfortschritts.	Neues Item
QAM7	Ziel-/ Ergebnisorientierung	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein zur Schaffung einer ziel- und ergebnisorientierten Arbeitsweise.	Neues Item
QAM8	Kurzzyklisches Arbeiten	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein zur Planung und Durchführung von kurzen und zeitlichen definierten Arbeitsphasen.	Neues Item
QAM9	Direkte Kommunikation	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein zur Stärkung direkter Kommunikation im Projektteam.	Neues Item
QAM10	Informationsaktualität	Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/oder Tools ein um uns thematisch und fachlich auf dem aktuellen Stand zu halten.	Neues Item

Zusätzlich zu den zuvor operationalisierten Konstrukten werden für die formativ spezifizierten Konstrukte Globalitems definiert (siehe Tabelle 13). Diese bieten im Rahmen der Datenauswertung die Möglichkeit, die konvergente bzw. nomologische Validität der formativen Konstrukte zu evaluieren. Hintergrund dazu ist, dass klassische Kriterien zur Prüfung der internen-Konsistenz-Reliabilität von reflektiv spezifizierten Messmodellen nicht vollumfänglich auf formative Konstrukte anwendbar sind (siehe Hair et al., 2017, S. 93). Auch wenn sich nicht alle in der Literatur beschriebenen Vorgehensweisen auf dieses Prüfvorgehen stützen (siehe z. B. Schloderer et al., 2009), insbesondere weil sich hierdurch die Fragebogenlänge nochmals erhöht (vgl. Hair et al., 2017, S. 122 f.), bietet es dennoch eine geeignete Möglichkeit zur Prüfung der Validität der formativen Indikatoren bei der Erfassung des interessierenden Konstrukts (vgl. Hair et al., 2012, S. 330). Globalitems werden hierbei so formuliert, dass sie „die Gesamtheit des Konstruktes möglichst gut widerspiegeln“ (siehe Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 111). Dafür greifen sie meist die Bezeichnung des Konstrukts selbst in der Item-Formulierung auf.

Tabelle 13: Operationalisierung der Gobalitems.

Code	Indikator	Item	Quelle
TWQ_global	Qualität der Teamarbeit	Alles in allem funktionierte die Zusammenarbeit innerhalb unseres Projektteams gut.	Neues Item
PC_global	Komplexität des Projekts	Alles in allem war das Projekt sehr komplex.	Neues Item
ATS_global	Agilität der Teamstruktur	Alles in allem war unser Projektteam optimal zusammengesetzt (z. B. Größe, personelle Zusammensetzung, Erfahrungswissen).	Neues Item
AOC_global	Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen	Alles in allem waren die durch die Organisation / das Unternehmen bereitgestellten Rahmenbedingungen für die Projektbearbeitung gut.	Neues Item
IA_global	Proaktivität	Alles in allem würde ich mich (in Bezug auf Projektarbeit) als proaktiv einschätzen.	Neues Item
	Resilienz	Alles in allem würde ich mich (in Bezug auf Projektarbeit) als resilient einschätzen.	Neues Item
	Anpassungsfähigkeit	Alles in allem würde ich mich (in Bezug auf Projektarbeit) als anpassungsfähig einschätzen.	Neues Item
QAM_global	Qualität der agilen methodischen Unterstützung	Alles in allem unterstützten die eingesetzten Methoden/Tools gut bei der Projektarbeit im Team.	Neues Item

Nach Abschluss der Operationalisierung lässt sich für das Strukturmodell und die Messmodelle nun eine Gesamtdarstellung konstruieren (siehe Abbildung 30).

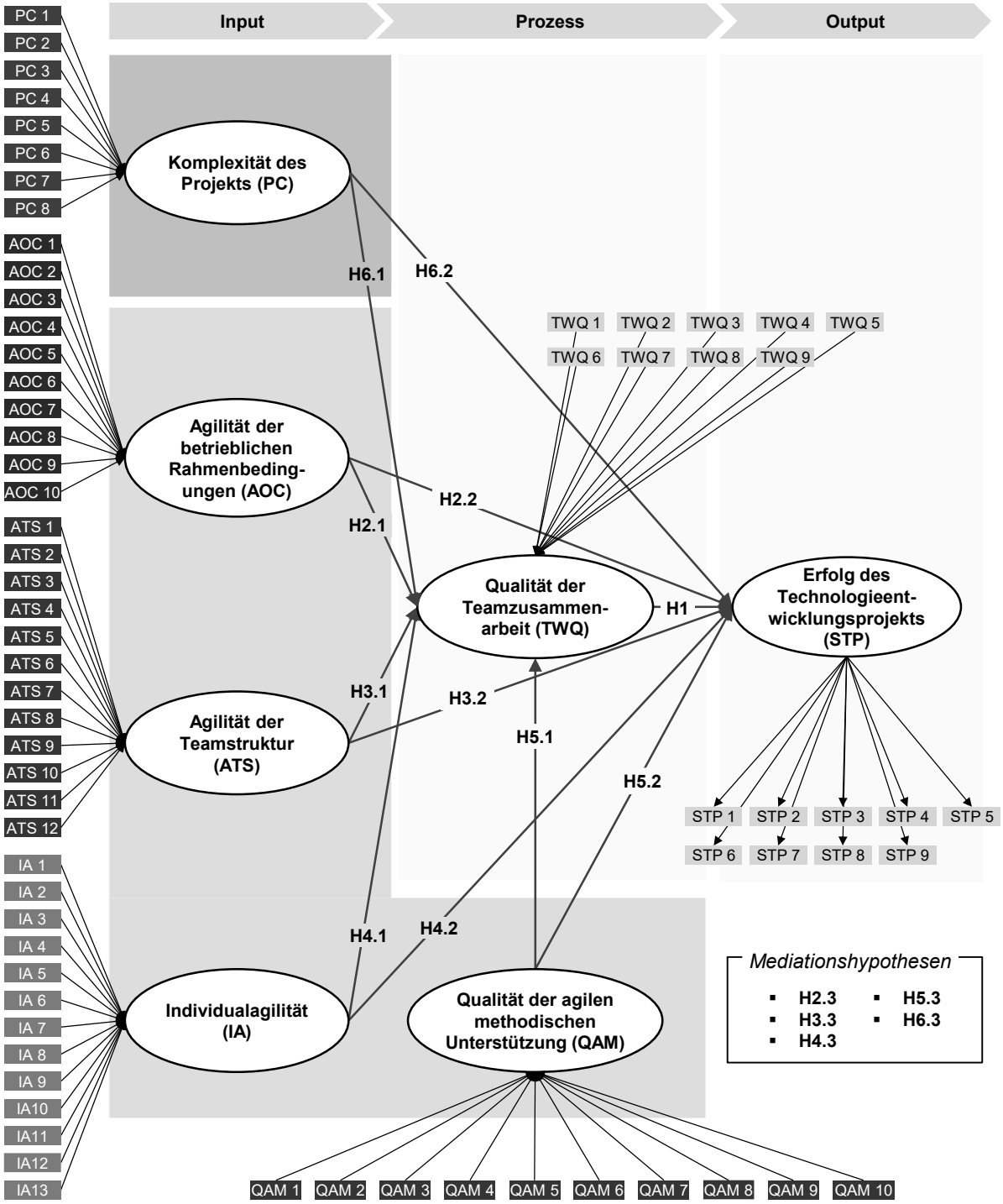


Abbildung 30: Strukturmodell und Messmodelle des Forschungsvorhabens.

6 Empirische Evaluation des Teammodells

Nach der konzeptionellen Herleitung des Untersuchungsmodells und der Operationalisierung der darin enthaltenen Untersuchungsgrößen behandelt das nachfolgende Kapitel die Modellüberprüfung. Die Modellüberprüfung umfasst die folgenden Teilschritte: Die Fragebogenkonzeption und Datenerhebung (inklusive Datenbereinigung) (Kapitel 6.1), die deskriptive Beschreibung der Stichprobe (Kapitel 6.2) und die empirische Untersuchung des Modells (Kapitel 6.3). Die empirische Untersuchung des Modells untergliedert sich in die Evaluation der reflektiven Messmodelle (Kapitel 6.3.1), die Evaluation der formativen Messmodelle (Kapitel 6.3.2), die Evaluation des Strukturmodells (Kapitel 6.3.3) und die Evaluation der Hypothesen des Strukturmodells (Kapitel 6.3.4).

6.1 Fragebogenkonstruktion und Datenerhebung

Als Vorbereitung für die eigentliche Datenerhebung wurden die konstruierten Messmodelle in einem zusammenhängenden Fragebogen zusammengeführt. Hieran schloss eine Pretest-Phase mit ausgewählten Personen an, um die semantische sowie funktionale Richtigkeit zu überprüfen. Darauf folgte die Datenerhebung im Feld und anschließend die Bereinigung der Rohdaten.

6.1.1 Aufbau des Fragebogens

Für die Datenerhebung wurde ein Fragebogen konzipiert und mithilfe der Software QuestBack Unipark als Online-Fragebogen umgesetzt. Der Fragebogen setzt sich aus mehreren Abschnitten zusammen (siehe Anhang A.2). Zu Beginn des Fragebogens erhalten die Teilnehmenden einleitende Informationen über den Gegenstand der Untersuchung und die inhaltliche Thematik des Forschungsvorhabens. Im Anschluss folgen detaillierte Informationen zu den Datenschutz-Bestimmungen, in denen zugesichert wird, dass die Datenverarbeitung und -auswertung anonymisiert durchgeführt wird. Voraussetzung für eine Fortsetzung des Fragebogens ist eine Einverständniserklärung zur Datennutzung.

Es schließen sich sogenannte Filterfragen an, die dazu dienen diejenigen Personen herauszufiltern, die nicht zur Zielgruppe der Befragung (Technologieentwickler*innen) gehören. Die Teilnehmenden müssen jeweils mit „ja“ oder „nein“ auf die folgenden Fragen antworten:

- „Sind Sie in Ihrer täglichen Arbeit in Ihrer Organisation / Ihrem Unternehmen an technischen Entwicklungs-/ Vorentwicklungs- oder Forschungsprojekten beteiligt?“
- „Haben Sie bereits aktiv an mindestens einem abgeschlossenen Projekt als Teil eines Projektteams mitgewirkt?“

Antworten die Teilnehmenden auf eine der Fragen mit „nein“, wird die Befragung automatisch mit einem entsprechenden Hinweis beendet. Diejenigen Teilnehmenden, die die Filterfragen erfolgreich durchlaufen, werden anschließend gebeten, einige Informationen zu ihrer Organisation bzw. ihrem Unternehmen anzugeben. Hierzu sollen sie den Sektor, die Branche, die

Anzahl an Beschäftigten und den Jahresumsatz ihrer Organisation bzw. ihres Unternehmens aus vorgegebenen Antwortmöglichkeiten auswählen.

Wie bereits in Kapitel 5.5.2 dargelegt, sind die Items so konzipiert, dass sich die Teilnehmenden für die Beantwortung des Fragebogens an ein bereits abgeschlossenes Projekt, an dem sie aktiv beteiligt waren, erinnern sollen. Hierfür werden die Teilnehmenden in einem einführenden Text gebeten:

- „Denken Sie bei der Beantwortung der weiteren Fragen bitte an ein abgeschlossenes Entwicklungs-/ Vorentwicklungs- oder Forschungsprojekt, an dem Sie mitgewirkt haben und das Sie in Bezug auf die Ergebnisse und den Projektverlauf gut in Erinnerung haben. Bitte nutzen Sie dieses Projekt als Referenz für die Beantwortung des Fragebogens."

Dieser Hinweis muss durch die Teilnehmenden aktiv bestätigt werden. Der Bezug auf ein bereits abgeschlossenes Projekt ermöglicht es, dass auch Fragen in Bezug auf den (nicht) erfolgreichen Abschluss eines Projekts abschließend beantwortet werden können. Es stellt zudem sicher, dass das Projekt in seiner Gesamtheit und nicht zu einem zufällig ausgewählten Projektzeitpunkt bewertet wird.

Im Anschluss an einige Fragen zu Rahmenparametern des Projekts (Ziel, Phaseneinordnung, Projektmanagementansatz) und der entwickelten Technologie (Technologiereifegrad) werden zunächst die Skalen zur Messung der Komplexität des Projekts und des Projekterfolgs abgefragt. Danach folgen die Items zur Erhebung der Input-Größen und des Konstrukts zur Teamzusammenarbeit. Zum Zwecke der Verbesserung des Verständnisses und einer eindeutigen Strukturierung erfolgt zu Beginn jeder Messmodellseite eine kurze inhaltliche Einführung. Der Fragebogen schließt mit der Abfrage der soziodemographischen Daten (Alter, Berufserfahrung, Bildungsabschluss) der Teilnehmenden. Dies erfolgt zum Ende des Fragenbogens, um die Konzentration zu Beginn für die anspruchsvolleren Item-Batterien zu nutzen und um darüber hinaus etwaige negative Reaktionen von Teilnehmenden, resultierend aus der Aufforderung zur Angabe personenbezogener Daten, zu Beginn zu vermeiden.

Die Beantwortung der Items erfolgt einheitlich anhand einer sechsstufigen Likert-Skala. Dabei handelt es sich um eine von Moosbrugger (2012) formulierte verbale bipolare Ratingskala, die in der psychologischen Forschung etabliert ist. Die Abstufung des Zutreffens erfolgt darin zwischen den Skalenstufen „trifft überhaupt nicht zu" bis hin zu „trifft voll und ganz zu" (siehe Tabelle 14).

Tabelle 14: Sechsstufige Likert-Skala in Anlehnung an Moosbrugger (2012).

1	2	3	4	5	6
„Trifft überhaupt nicht zu"	„Trifft überwiegend nicht zu"	„Trifft eher nicht zu"	„Trifft gerade noch zu"	„Trifft überwiegend zu"	„Trifft voll und ganz zu"

Die Skalierung beinhaltet die Formulierung einer Messvorschrift, um qualitative Eigenschaften von Sachverhalten per Zuordnung von Zahlen quantitativ zu erfassen (Weiber & Mühlhaus,

2014, S. 116). Likert-Skalen dienen hierbei der Messung von Einstellungen, indem die Teilnehmenden mit der Wahl ihrer Antwort ihren Grad der Zustimmung oder Ablehnung zu Aussagen über diese Sachverhalte kundtun (vgl. Taherdoost, 2019, S. 3). Die Skala reicht dabei in der Regel von einer stark negativen bis zu einer stark positiven Einstellung zu einer Frage bzw. Aussage, wobei im Allgemeinen davon ausgegangen wird, dass die verwendeten Skalenwerte intervallskaliert sind (vgl. Greving, 2009, S. 72 ff.). Auch wenn in der Messtheorie durchaus unterschiedliche Positionen vertreten werden, so empfiehlt Greving (2009) in Anlehnung an Westermann (1985), dass die Hypothese einer Intervallskalierung so lange aufrechterhalten werden sollte, wie die Datenauswertung zu sinnvollen und interpretierbaren Ergebnissen führt.

In der sozialwissenschaftlichen Forschung werden häufig fünf- bis siebenstufige Likert-Skalen verwendet. Nach Weiber und Mühlhaus (2014, S. 117) haben sich jedoch insbesondere sechsstufige Skalen bewährt. Die sechsstufige Skala bietet zudem den Vorteil, dass im Gegensatz zu ungeradzahligen Skalen keine neutrale Mittelkategorie enthalten ist und somit von den Antwortenden ein zumindest tendenziell in eine Richtung weisendes Urteil eingefordert wird. Hiermit kann etwaigen Verfälschungen bei der Beantwortung vorgebeugt werden, falls erwartet wird, dass in der Stichprobe Personen mit übermäßigen zentralen Antworttendenzen vertreten sind (Bortz & Döring, 2006, S. 180). Ferner kann durch die Wahl einer geradzahligen Skala vermieden werden, dass Befragte durch die Wahl der mittleren Antwortkategorie anstelle einer „weiß nicht“-Kategorie ihre Meinungslosigkeit zum Ausdruck bringen (vgl. Franzen, 2014, S. 706).

6.1.2 Pretest des Fragebogens

Der implementierte Fragebogen wurde einem Pretest mit insgesamt neun wissenschaftlichen Mitarbeitenden unterzogen. Ziel des Pretests bestand darin, sowohl semantische als auch funktionale Fehler zu identifizieren. Insbesondere sollten die formulierten Fragen hinsichtlich ihrer Eindeutigkeit und Verständlichkeit überprüft und missverständliche Formulierungen identifiziert werden. Da fünf der neun wissenschaftlichen Mitarbeitenden zudem ein technisches Studium absolviert hatten und hierbei auch erste praktische Erfahrungen im erweiterten Kontext technischer Forschungs- und Entwicklungsarbeit sammeln konnten, diente der Pretest darüber hinaus auch einer inhaltlichen Prüfung bzw. Fehleridentifikation.

Für die Durchführung des Pretests wurde die Kommentarfunktion des Fragebogentools freigeschaltet, wodurch die Testenden die Möglichkeit hatten, Hinweise oder Kommentare unmittelbar auf der jeweiligen Seite zu hinterlassen. Die Testpersonen wurden gebeten, u. a. das Falschbeantworten der initialen Filterfragen, das Auslassen von Pflichtantwortfeldern oder das Eintragen unzulässiger Antworten (z. B. Text anstatt Zahlenangaben) zu simulieren.

Insgesamt bestätigten die Rückmeldungen der Testpersonen die korrekte Implementierung aller Filter-, Weiterleitungs- und Antworteingabefunktionalitäten. Auch die Funktionalität der richtigen Datenspeicherung und -ausgabe konnte mithilfe der Testläufe überprüft werden. Der Großteil der abgegebenen Freitextkommentare betraf sprachliche Ungenauigkeiten oder inhaltliche Konkretisierungsvorschläge.

Nachfolgend sollen ausgewählte Hinweise, die zu Adaptionen des Fragebogens führten, dargestellt werden. Eine Anmerkung betraf die Verwendung der Terminologie "Team", welche laut einigen Hinweisen nicht immer eindeutig zuzuordnen war. Um klarzustellen, dass hiermit stets das Projektteam gemeint war, in dem die teilnehmende Person tätig war, wurde nach Rücksprache ein expliziter Hinweis zur Teamreferenz im Rahmen der Erläuterungen zu Beginn des Fragebogens ergänzt. Ein weiterer Hinweis bezog sich konkret auf das Konstrukt der „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ und hierbei auf den Wunsch einer sprachlichen Vereinheitlichung der Begriffe „Unternehmen“ und/oder „Organisation“. Da die Zielgruppe der Befragung Technologieentwickler*innen sowohl aus Industrieunternehmen als auch Technologieentwickler*innen aus nicht wirtschaftlich orientierten Organisationen, wie Forschungseinrichtungen, einschloss, wurde im Fragebogen durchgängig die Formulierung „Organisation bzw. Unternehmen“ verwendet.

6.1.3 Datenerhebung

Für die Durchführung der Datenerhebung wurde ein Marktforschungsunternehmen mit der Akquise von Studienteilnehmer*innen beauftragt. Als Zielgruppe wurde vorgegeben, dass es sich um Personen handeln sollte, die im Bereich der technischen Forschung und Entwicklung tätig sind und sich dabei aktiv als Teil eines Teams in ihrer täglichen Arbeit mit neuen Technologien befassen. Die Befragung wurde auf Personen in Deutschland beschränkt. Die Personen konnten entweder in der Industrie bzw. Wirtschaft oder in forschungsnahen Einrichtungen bzw. Organisationen tätig sein. Eine Quotierung bezüglich einer prozentualen Verteilung auf die beiden Bereiche wurde nicht gefordert.

In einem ersten Schritt wurden Angebote von verschiedenen Anbietern über die in etwa realisierbare Stichprobengröße eingeholt. Eine ausreichend große Stichprobengröße stellt eine wichtige Anforderung bei der Evaluation eines Strukturgleichungsmodells dar. Verschiedene methodenanalytische Betrachtungen liefern hierzu (u. a. basierend auf Monte-Carlo-Simulationen) Empfehlungen für Mindeststichprobengrößen zur Ermittlung akzeptabler Ergebnisse abhängig vom Hypothesenumfang (siehe z. B. Goodhue et al., 2012; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 64 f.; Wolf et al., 2013). Zwar bieten PLS-basierte Strukturgleichungsmodelle gegenüber den weiter verbreiteten kovarianzbasierten (CB)-Strukturgleichungsmodellen den Vorteil, dass auch mit kleinen Stichprobengrößen im Allgemeinen eine hohe Teststärke (Power) erzielt werden kann, dennoch erhöhen auch hier größere Stichproben die Präzision (d.h. die Konsistenz) der Schätzungen (vgl. Hair et al., 2017, S. 16). Als Richtwert für die Bestimmung einer Mindeststichprobengröße empfehlen Hair et al. (2017, S. 21 ff.) entweder das Zehnfache der höchsten Anzahl an formativen Indikatoren eines Konstrukts innerhalb des Modells oder das Zehnfache der höchsten Anzahl eingehender Strukturpfade (Pfeilspitzen) eines Konstrukts innerhalb des Modells.

Nach einem Softlaunch mit etwa 20-25% der Gesamtstichprobe im Feld wurde die Befragung geöffnet wurde. Die Gesamtlaufzeit der Erhebung belief sich auf insgesamt drei Wochen.

6.1.4 Datenbereinigung

Insgesamt konnten während der Feldzeit der Studie 474 begonnene Teilnahmen am Fragebogen erfasst werden. Die Zusammenstellung der Panels zeigte eine hohe Übereinstimmung mit der Zielgruppe der Erhebung, indem lediglich zehn Ausfilterungen im Rahmen der Filterfragen erfolgten. Nach Ende der Feldzeit konnten insgesamt 365 abgeschlossene Fragebogenteilnahmen dokumentiert werden.

Das Ziel der anschließenden Datenbereinigung bestand darin, die Rohdaten von inhaltlich unreflektierten oder bewusst falschen Antworten zu bereinigen. Die Datenprüfung und -bereinigung beschreibt einen elementaren Schritt auf dem Weg hin zur Erstellung eines Pfadmodells (vgl. Hair et al., 2017). Der Ausschluss einzelner Fragebogendatensätze muss begründet und nachvollziehbar sein. Neben verschiedenen zufällig eintretenden Quellen für fehlerhafte Daten (z. B. Irrtum durch die bzw. den Befragten) können auch bewusst falsche Antworten durch eine*n Teilnehmenden zu fehlerhaften Daten führen (vgl. Lück & Landrock, 2014, S. 403 ff.). Um diese zu identifizieren, bieten sich verschiedene Herangehensweisen an. Zum einen stellt die Beantwortungszeit in Anlehnung an Leiner (2013) eine wichtige und zuverlässige Referenz zum Erkennen von qualitativ schlechten Antworten dar. Es wird dabei angenommen, dass in deutlich kürzerer Zeit als der durchschnittlichen Antwortzeit keine qualitativ hochwertigen Antworten möglich sind. Zum anderen kann eine Einzelprüfung je Fragebogendatensatz angewandt werden, um systematisch angelegte Antwortmuster (sogenannte „Response styles“) offenzulegen (van Vaerenbergh & Thomas, 2013, S. 197). Eines der auffälligsten und am häufigsten vertretenen Muster bei der Beantwortung der Items beschreibt dabei das sogenannte „straight-lining“, bei dem eine Person alle Items einer Matrix mit der identischen Skalenausprägung bewertet (vgl. Schonlau & Toepoel, 2015). Bei der hier beschriebenen Studie wurde ein zweistufiges Bereinigungsvorgehen angewendet, welches zunächst die Antwortzeit als Bereinigungskriterium berücksichtigte und anschließend eine Überprüfung im Hinblick auf das Vorliegen von Antwortmustern vorsah.

Zunächst wurden für die Gesamtdauern der Beantwortung der abgeschlossenen Fragebogendatensätze die wesentlichen statistischen Kennwerte berechnet (MW = 3.147,34 Sekunden; SD = 18.368,01 Sekunden; Median = 49,5 Sekunden; Schiefe = 10,34; Kurtosis = 116,01). Die ermittelten Werte deuten auf Verzerrungen durch Ausreißer hin. Für die Identifikation von zeitlichen Ausreißern existieren in der empirischen Forschung verschiedene Herangehensweisen. In der Regel zielen diese darauf ab, zeitliche Grenzwerte für eine zu lange oder zu kurze Bearbeitungszeit festzulegen. Da durch einen oberen zeitlichen Grenzwert jedoch auch potenzielle Antworten entfernt werden, die auf eine langsame und konzentrierte Beantwortung der Fragen zurückzuführen sind, liefert das Vorgehen nach Leiner (2013, S. 1 ff.) einen hilfreichen Ansatz. Anstelle die Gesamtbeantwortungszeit einer bzw. eines Teilnehmenden zu bewerten, werden die in der Befragungssoftware dokumentierten Antwortzeiten je Fragebogenseite analysiert, um unverhältnismäßige Pausenzeiten auf einzelnen Seiten im Antwortverlauf einer bzw. eines Teilnehmenden zu identifizieren. Damit eine solche Pausenzeit nicht zum Ausschluss eines Datensatzes führt, empfiehlt Leiner (2013, S. 32 f.), den jeweiligen Ausreißer-

Wert durch den Medianwert der Zeit der jeweiligen Fragebogenseite zu ersetzen. Ein Ausreißer-Wert liegt dann vor, wenn die Antwortzeit einer Fragebogenseite größer als das 3/1,34-fache (der Wert 1,34 beschreibt den Interquartilsabstand der Standardnormalverteilung) des Interquartilsabstands (Intervall, in dem die mittleren 50% der Stichprobenelemente liegen) des Stichproben-Medianwerts ist. Wurden die Ausreißer-Werte ersetzt, folgt im Vorgehen nach Leiner (2013, S. 32) die Ermittlung der relativen Antwortzeit einer bzw. eines Teilnehmenden je Fragebogenseite. Hierzu wird der Median der Antwortzeit je Fragebogenseite durch die individuelle Antwortzeit einer bzw. eines Teilnehmenden dividiert. Ein Wert größer eins bedeutet eine schnellere Antwortzeit auf einer Fragebogenseite als der Median der Antwortzeiten. Anschließend wird der Mittelwert aller relativen Antwortzeiten einer bzw. eines Teilnehmenden über alle Fragebogenseiten hinweg ermittelt. Ziel dieser Mittelwertbildung ist es, diejenigen Teilnehmenden zu identifizieren, die aufgrund einer zu kurzen Beantwortungszeit ausgeschlossen werden sollten. Für die vorliegende Studie wurde der maximal mögliche Grenzwert von 3 verwendet (Leiner, 2013, S. 33). Es wurden also alle Datensätze von Teilnehmenden exkludiert, die mehr als dreimal schneller waren als der Median der Stichprobe. Als Ergebnis des ersten Schrittes zur zeitlichen Bereinigung der Rohdaten mussten 18 Datensätze aufgrund einer zu kurzen Beantwortungszeit ausgeschlossen werden.

Der zweite Schritt der Datenbereinigung beinhaltete das Identifizieren von Datensätzen, die aufgrund enthaltener Antwortmuster nicht für die anschließende Datenanalyse in Betracht gezogen werden sollten. Die empirische Methodenforschung benennt verschiedene Typen von Antwortmustern bei Teilnehmenden in fragebogenbasierten Erhebungen (vgl. van Vaerenbergh & Thomas, 2013, S. 197). Da die Identifikation von solchen Antwortmustern oft nicht vollumfänglich möglich ist und die darauf aufbauende Einstufung eines Datensatzes als qualitativ schlecht oder gut vor allem der Interpretation der bzw. des Forschenden unterliegt, wurde im Folgenden lediglich das eindeutig identifizierbare Antwortmuster des „straight-linings“ herangezogen. Der Ausschluss dieser Datensätze wird von Schonlauf und Toepoel (2015) empfohlen. Es wurden diejenigen Datensätze herausgefiltert, in denen eine Person bei mindestens einem Konstrukt alle Items mit der gleichen Skalenausprägung bewertet hat. In der Folge mussten weitere 15 Datensätze von der weiteren Auswertung ausgeschlossen werden.

Nach Abschluss des zweistufigen Bereinigungsvorgehens verblieben für die anschließenden Modellberechnungen insgesamt 332 Datensätze. Der Mittelwert der Antwortdauern dieser finalen Datensätze beträgt 678,93 Sekunden (SD = 241,36 Sekunden) bei einem Median von 674 Sekunden. Die Schiefe beläuft sich auf 0,33 und die Kurtosis auf -0,42. Diese Werte deuten darauf hin, dass die wesentlichen zeitlichen Ausreißer der Stichprobe entfernt werden konnten. Mit einer durchschnittlichen Beantwortungszeit von 11,32 Minuten liegt die Dauer zudem knapp unter der auf der Grundlage des Pretests geschätzten und im Fragebogen angegebenen Bearbeitungszeit von 15 Minuten.

6.2 Beschreibung der Stichprobe

Im Folgenden werden die Ergebnisse der deskriptiven Analyse der finalen Stichprobe von 332 Teilnehmenden dargestellt.

6.2.1 Beschreibung der sozio-demographischen Daten

Von den befragten Personen waren 97 weiblich (29,22%) und 235 männlich (70,78%). Keine Person gab an, divers zu sein oder keine Angabe zu ihrem **Geschlecht** machen zu wollen. Im Mittel waren die befragten Personen 41,54 Jahre alt (SD = 10,78). Das Intervall der **Altersangaben** reichte von 20 Jahren (Minimum) bis 67 Jahren (Maximum).

Im Durchschnitt führten die Befragten ihre **derzeitige Tätigkeit** im Unternehmen seit 11,40 Jahren aus, bei einer Standardabweichung von 8,92 Jahren. Unabhängig von der derzeitigen Tätigkeit im Unternehmen verfügten die befragten Personen über eine **Berufserfahrung** von insgesamt 17,16 Jahren mit einer Standardabweichung von 10,89 Jahren.

In Bezug auf den **höchsten Bildungsabschluss** verfügte unter den Befragten niemand über keinen Abschluss oder einen Hauptschulabschluss. 11 Personen (3,31%) verfügten über einen Realschulabschluss, 16 Personen (4,82%) über einen Gymnasialabschluss (Abitur), 15 Personen (4,52%) über eine abgeschlossene Ausbildung und 43 Personen (12,95%) über eine Qualifikation als Meister*in oder Techniker*in. Weitere 45 Personen (13,55%) gaben einen Bachelor-, 164 Personen (49,40%) einen Master- oder Diplomabschluss und 37 Personen (11,14%) gaben eine Promotion als höchsten Bildungsabschluss an. Nur eine Person (0,30%) gab an, über einen anderen Bildungsabschluss als höchsten Bildungsabschluss zu verfügen.

Die Befragten wurden anschließend gebeten, ihr Unternehmen bzw. ihre Organisation einem **Sektor** zuzuordnen. Für die Unterscheidung der Sektoren wurde ein einschlägiges Modell des Statistischen Bundesamts herangezogen, welches zwischen drei Sektoren differenziert (Statistisches Bundesamt [Destatis], 2019, S. 117). So arbeiteten 43 Personen (12,95%) im Sektor „staatliche oder private Institution ohne Erwerbszweck“, 50 Personen (15,06%) im Sektor „Hochschule“, 233 Personen (70,18%) im Sektor „Wirtschaft“ und 6 Personen (1,81%) wählten die Option „Sonstiges“.

Als vertiefende Einordnung erfolgte eine Befragung nach der **Branche** des Unternehmens bzw. der Organisation. Hierzu wurden die befragten Personen gebeten, das Unternehmen bzw. die Organisation, in dem/der sie aktuell beschäftigt waren, einer der vorgegebenen Branchenkategorien zuzuordnen. Die Auswahl der vorgegebenen Kategorien lehnt sich an das Branchenmodell des Statistischen Bundesamts zur Differenzierung des produzierenden Gewerbes an (Statistisches Bundesamt [Destatis], 2019, S. 524 ff.). Aus fragebogen-ökonomischen Gründen wurde für die vorliegende Befragung lediglich eine komprimierte Auswahl der technologieintensivsten Branchen zur Option gestellt und für alternative Antworten zusätzlich eine „Sonstiges“-Option in Verbindung mit einer Freitextantwort eingerichtet. Unternehmen bzw. Organisationen, die sich weniger als Repräsentant einer konkreten Branche als vielmehr als Entwicklungsdienstleister oder Forschungseinrichtung einstuften, bekamen zudem die Möglichkeit, sich der Kategorie „Hochschule / Forschungsinstitut / technische Dienstleistung“ zuzuordnen. Erfolgte im Rahmen der Freitextantworten die Nennung einer Branchenspezifizierung, welche entsprechend des allgemeinen Verständnisses lediglich eine Sub-Kategorie der bereits zur Verfügung stehenden Branchenkategorien darstellte (z. B. „Halbleiterindustrie“

als Sub-Kategorie von „Elektrotechnik/Elektronik/Elektrische Energietechnik“), wurde die Zuordnung nachträglich noch vorgenommen. Abbildung 31 veranschaulicht die Branchenverteilung der befragten Personen im Bereich der Technologieentwicklung.

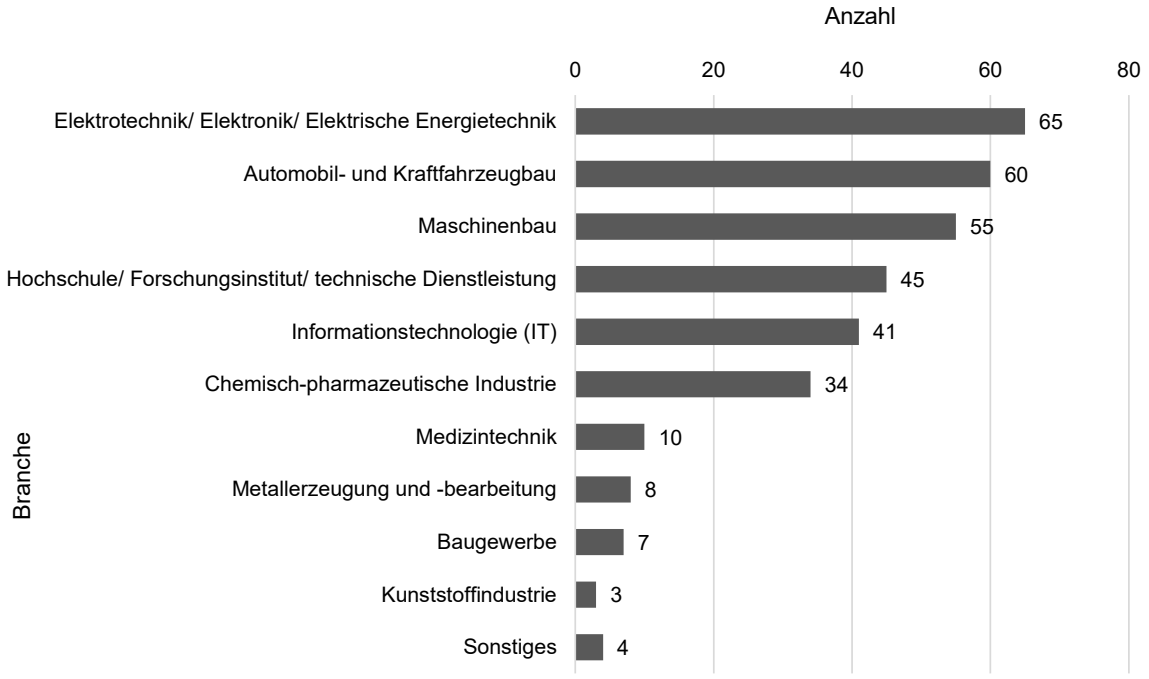


Abbildung 31: Branchenverteilung der Stichprobe (n=332).

In Bezug auf die **Anzahl der Beschäftigten** im Unternehmen bzw. in der Organisation waren 26 Personen (7,83%) in Einrichtungen mit weniger als 50 Beschäftigten, 65 Personen (19,58%) in Einrichtungen mit 50 bis 250 Beschäftigten, 96 Personen (28,92%) in Einrichtungen mit 251 bis 1000 Beschäftigten tätig und 145 Personen (43,67%) in Unternehmen bzw. Organisationen mit mehr als 1000 Beschäftigten. Abbildung 32 veranschaulicht die Verteilung der Stichprobe nach Unternehmensgröße.

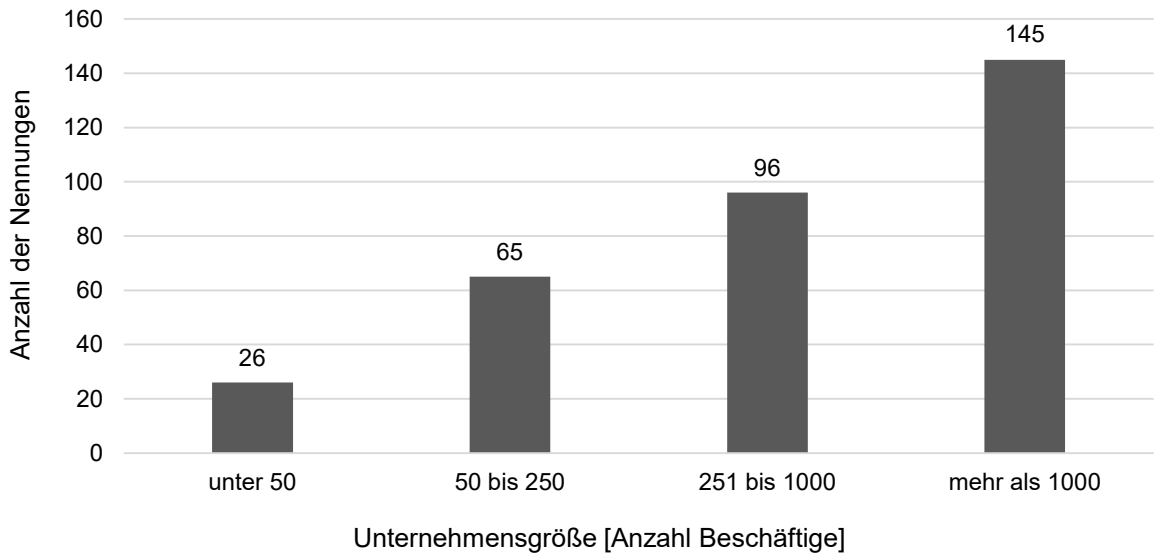


Abbildung 32: Unternehmensgröße der Stichprobe (n=332).

Hinsichtlich der Größenordnung des **Jahresumsatzes** ihres Unternehmens bzw. ihrer Organisation gaben 6 Personen (1,81%) einen Jahresumsatz von weniger als 250.000 Euro an, 18 Personen (5,42%) einen Jahresumsatz von 250.000 bis 2 Millionen Euro, 39 Personen (11,75%) einen Jahresumsatz von 2 bis 10 Millionen Euro, 66 Personen (19,88%) einen Jahresumsatz von 10 bis 50 Millionen Euro und 150 Personen (45,18%) gaben einen Jahresumsatz von mehr als 50 Millionen Euro an. Die restlichen 53 Personen (15,96%) gaben an, die Größenordnung des Jahresumsatzes ihres Unternehmens nicht zu wissen. Gemäß eines Klassifizierungsansatzes der Europäischen Kommission werden Unternehmen bzw. Organisationen mit einem Jahresumsatz von ≤ 2 Millionen Euro (und weniger als 10 Beschäftigten) als Kleinstunternehmen, ≤ 10 Millionen Euro (und weniger als 50 Beschäftigten) als kleines Unternehmen und ≤ 50 Millionen Euro (und weniger als 250 Beschäftigten) als mittleres Unternehmen bezeichnet (Europäische Kommission, 2003).

6.2.2 Beschreibung des Technologieentwicklungsprojekts

Weiterhin wurden die Teilnehmenden gebeten, bezugnehmend auf das jeweilige Projekt, welches sie für die Beantwortung des Fragebogens zugrunde legten, das **Entwicklungsziel des Projekts** zu spezifizieren. 126 Personen (37,95%) gaben hierbei ein neues Produkt als Ziel an, während 94 Personen (28,31%) auf einen neuen Prozess oder ein neues Verfahren als Entwicklungsziel hinarbeiteten. 32 Personen (9,64%) entwickelten in ihrem Projekt ein neues Material und 66 Personen (19,88%) eine neue Systemlösung. 14 Personen (4,22%) wählten die Option „Sonstiges“, wobei im dazugehörigen Freitextfeld am häufigsten angeführt wurde, dass der Fokus im Projekt auf Themen der Grundlagenforschung lag (8 Personen bzw. 2,41%).

Hinsichtlich der Zuordnung des Projekts zu einer **Phase der Technologieentwicklung** (in Anlehnung an das Phasenmodell der „Technologieentwicklung im weiteren Sinne“ nach Klappert et al. (2011, S. 224) wählten 73 Personen (21,99%) die Phase „Forschung“, 52 Personen (15,66%) die „Vorentwicklung“, 112 Personen (33,73%) die „Technologieentwicklung (im engeren Sinne)“ und 92 Personen (27,71%) die „Produkt(neu)entwicklung“. Die restlichen 3 Befragten (0,90%) wählten die Antwortkategorie „Andere“.

Weiter wurde gefragt, welchen **Technologiereifegraden** die Teilnehmenden ihr Projekt am ehesten zuordnen würden. Da der Reifegrad im Projektverlauf Änderungen unterliegen kann, war eine Mehrfachantwort möglich. Zugrunde gelegt wurde hierzu das etablierte, von der NASA entwickelte und ebenfalls in der europäischen Norm DIN EN 16603-11 (2013) festgelegte neunstufige Modell zur Definition des Technologiereifegrads (TRL). Abbildung 33 visualisiert die Verteilung der 332 Projekte auf die neun Technologiereifegradstufen und zeigt dabei eine verhältnismäßig gleichmäßige Verteilung über alle neun Reifegradstufen. Vereinzelte Schwerpunkte liegen jedoch auf den höheren Reifegradstufen, u. a. Reifegrad 7 (Demonstrator mit Nachweis der Leistung in Einsatzumgebung; 102 Nennungen), Reifegrad 6 (Demonstrator mit Nachweis der Funktion in Einsatzumgebung; 86 Nennungen) oder Reifegrad 9 (funktionstüchtiges System mit Einsatznachweis; 82 Nennungen). Auch Reifegrad 3, welcher ein

Nachweiskonzept der Funktionalität der Technologie vorsieht, ist mit 81 Nennungen stark vertreten.

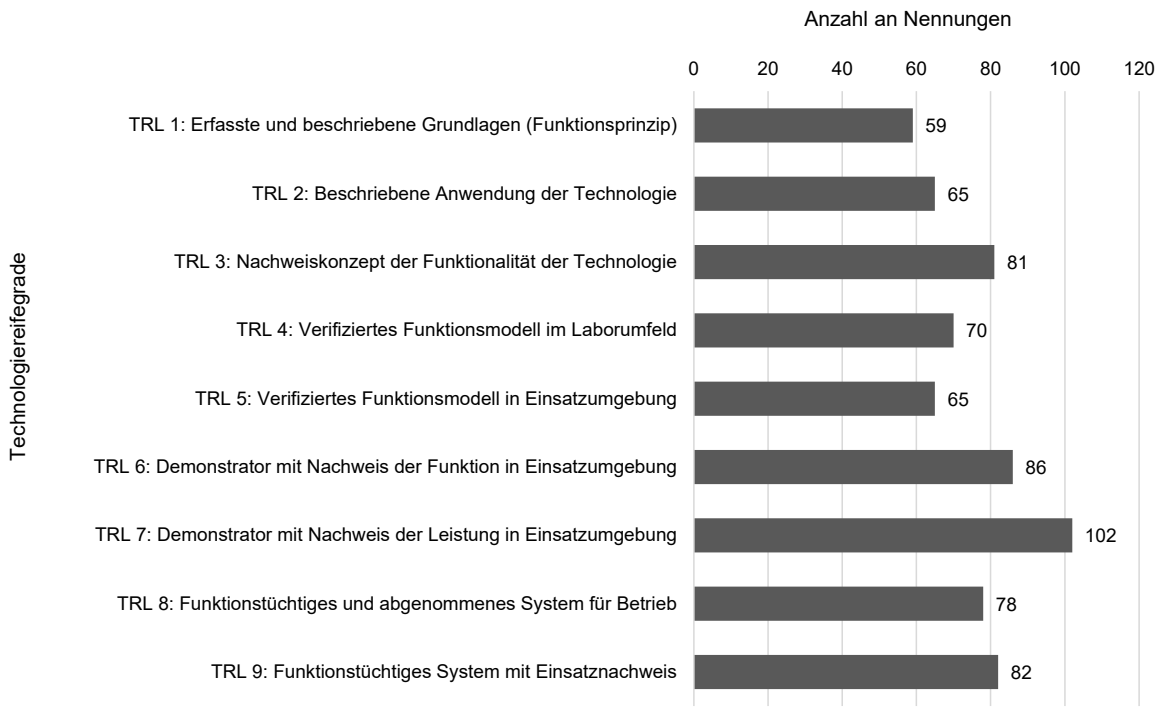


Abbildung 33: Verortung der Projekte auf der Technologiereifegradskala (n=332; Mehrfachnennungen möglich).

In Bezug auf den im Projekt angewandten **Projektmanagementansatz** gaben 129 Personen (38,86%) an, dass ein klassischer Projektmanagementansatz (z. B. DIN 69901) angewendet wurde. 100 Personen (30,12%) gaben einen agilen Projektmanagementansatz und 55 Personen (16,57%) einen hybriden Projektmanagementansatz an. 45 der Befragten (13,55%) gaben an, keinen der genannten Ansätze verwendet zu haben und 3 Personen (0,90%) wählten die Option „Andere“ in Verbindung mit einer Freitextantwort. Für diejenigen, die bei ihrer Einstufung einen agilen oder hybriden Projektmanagementansatz auswählten, schloss sich die Folgefrage an, welche konkreten **agilen Projektmanagementmethoden** im Projektverlauf zur Anwendung kamen. Hierbei waren Mehrfachnennungen möglich. „Scrum“ wurde 63-mal genannt, „Kanban“ 49-mal und „Feature Driven Development“ 36-mal. 51-mal wurde die Methode „Design Thinking“ und 22-mal die Methode „Extreme Programming“ ausgewählt. Die Option „Sonstige“ wurde 3-mal gewählt und 14 der Befragten verwendeten keine der genannten agilen Projektmanagementmethoden.

Ferner wurden die Befragten gebeten, per Zahleneingabe die **Anzahl der Teammitglieder** ihres Projektteams zu benennen. Die Anzahl der Mitglieder betrug im Mittel 9,91 Personen bei einer Standardabweichung von 6,80 Personen. Das Minimum betrug zwei Personen und das Maximum 35 Personen. Für die Darstellung der Verteilung der Projektteamgrößen wurden im Zuge der deskriptiven Datenaufbereitung Intervallgrenzen in Fünferschritten festgelegt. Abbildung 34 visualisiert die Verteilung der Stichprobe auf die gewählten Intervalle. Hierbei zeigt sich, dass insgesamt 66,27% der Befragten (220 Personen) in Teamgrößen von 3 bis 10 Teammitgliedern tätig waren.

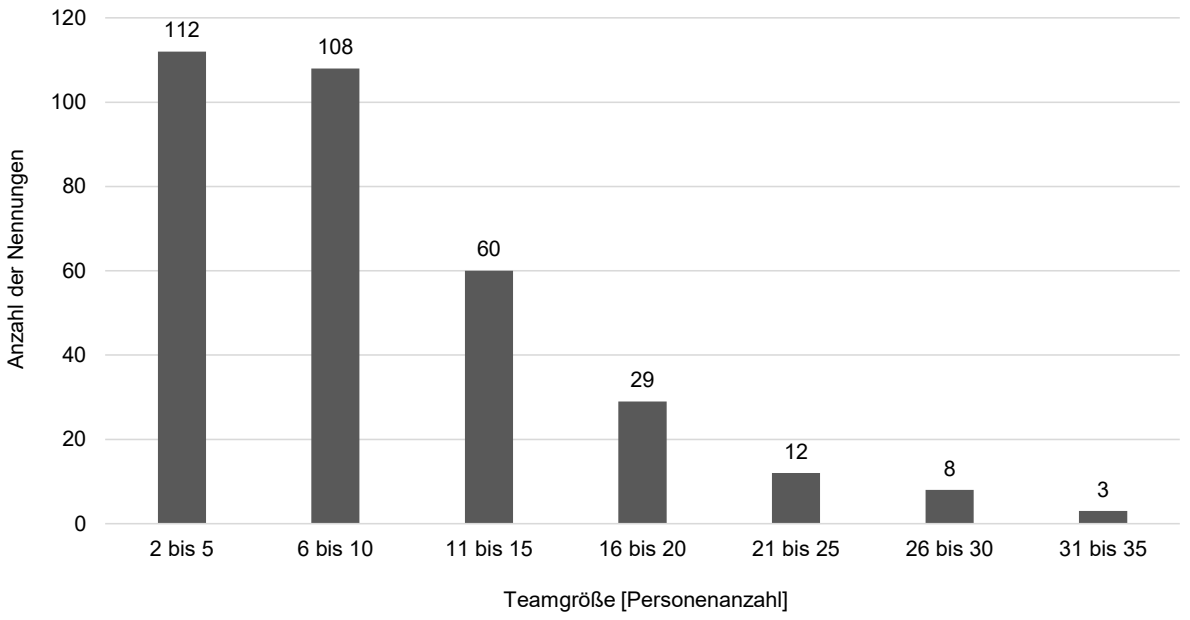


Abbildung 34: Verteilung der Projekte entsprechend der Projektteamgrößen (n=332).

6.3 Empirische Untersuchung des Modells

Die statistische Auswertung und Analyse des Strukturgleichungsmodells erfolgte mithilfe der Software-Anwendung SmartPLS (Versionsnummer 3.3.9). Entsprechend der in Abbildung 24 dargestellten Vorgehensweise untergliedert sich die empirische Evaluation in zwei Schritte: die Gütebeurteilung der (äußeren) Messmodelle des Strukturgleichungsmodells und die Gütebeurteilung des (inneren) Strukturmodells. Da sich die Überprüfung der reflektiv und formativ spezifizierten Messmodelle an unterschiedlichen Bewertungskriterien orientiert, wird die Gütebewertung für beide Messmodelle getrennt voneinander durchgeführt.

Vor der Modellevaluation gilt es zunächst, die Verteilung der erhobenen quantitativen Daten je Item zu überprüfen. Im Kontext der Strukturgleichungsmodellierung wird hierzu zwischen normalverteilten und nicht-normalverteilten Daten unterschieden (vgl. Hair et al., 2017, S. 9 ff.). Während für kovarianzbasierte Strukturgleichungsmodelle normalverteilte Daten eine wünschenswerte Voraussetzung darstellen, stellt die nicht-parametrische PLS-Methode keine Anforderungen an eine Datenverteilung (vgl. Hair et al., 2017, S. 10. Doch auch bei der Anwendung der PLS-Methode ist eine Berücksichtigung der Verteilung sinnvoll, um sicherzustellen, dass die Daten nicht zu weit von der Normalverteilung abweichen und keine extrem nicht-normalverteilten Daten vorliegen. Nach Hair et al. (2017, S. 52) bietet sich für diese Überprüfung die Betrachtung von zwei Verteilungsmaßen an: der Schiefe und der Kurtosis (Wölbung). Während die Schiefe ein Maß für die Symmetrie der Verteilung der Variablenantworten ist, dient die Kurtosis als Maß für die Zuspitzung einer Verteilung. Je näher die beiden Werte an 0 sind, umso eher entspricht die Verteilung der Normalverteilung. Liegen die Werte für Kurtosis und Schiefe innerhalb der Intervallgrenzen -1 und +1, kann von einer Normalverteilung ausgegangen werden (vgl. Hair et al., 2017, S. 52). Extreme Abweichungen von der Normalverteilung beginnen nach Kline (2011, S. 63) bei Betragswerten von >3 für die Schiefe und >10

für die Kurtosis. Für den vorliegenden Datensatz und die erhobenen Items sind die statistischen Kennwerte in Anhang A.3 zusammengefasst. Die Kennwerte zeigen, dass keine extremen Abweichungen von der Normalverteilung vorliegen. Die meisten Items befinden sich mit ihren Kennwerten innerhalb der für die Normalverteilung relevanten Intervallgrenzen von -1 bis +1.

Für die nun anschließende statistische Analyse wurde der PLS-Algorithmus mit den empfohlenen Standardeinstellungen initialisiert (vgl. Hair et al., 2017, S. 77 f.):

- Gewichtungsmethode: Pfad-Gewichtungsmethode
- Startgewichte: +1 für alle Beziehungen im Messmodell
- Konvergenz-Kriterium für Abbruch des Algorithmus: Summe der Veränderungen zwischen zwei Iterationen kleiner als 10^{-7} (d.h. 0,0000001), d.h. keine Veränderungen im Bereich der siebten Nachkommastelle
- Maximale Anzahl an Iterationen: 300

Für weiterführende Erläuterungen über mögliche Konfigurationen und ihren Einfluss auf den Ablauf des PLS-Algorithmus sei auf die Ausführungen von Hair et al. (2017, S. 76 ff.) verwiesen.

Der PLS-Algorithmus differenziert für die Schätzung von Indikatorgewichten zwischen zwei möglichen Modus-Einstellungen, einem Modus A (Nutzung von Korrelationsgewichten) und einem Modus B (Nutzung von Regressionsgewichten) (vgl. Henseler et al., 2016, S. 6). Für die Überprüfung der Messmodelle und die Bestimmung der Indikatorgewichte der formativen Konstrukte wurde die PLS-Standardkonfiguration verwendet, welche die Nutzung des Modus A für die Schätzung von reflektiv spezifizierten Messmodellen und des Modus B für die Schätzung von formativ spezifizierten Konstrukten vorsieht. Die Schätzung der Gewichte im Strukturmodell wurde unter Verwendung des Modus A durchgeführt, da dieser, den Simulationsstudien nach Becker et al. (2013) zufolge, unter der Voraussetzung einer Stichprobengröße von mehr als 100 Personen und eines moderaten bis großen Bestimmtheitsmaßes die höchste Out-of-Sample-Prädiktionsgüte liefert. Zudem treten im Modus A keine Verzerrungen aufgrund von Kollinearitäten zwischen den Indikatorgewichten auf (vgl. Becker et al., 2013, S. 6; Sarstedt et al., 2016, S. 4003).

Für die Signifikanzprüfung von ermittelten Gewichten bietet der PLS-Algorithmus die Möglichkeit des sogenannten Bootstrapping-Verfahrens. Da die PLS-basierte Strukturgleichungsmodellierung als nicht parametrisches multivariates Analyseverfahren keine Verteilungsannahme voraussetzt und damit auch keine *t*- oder *p*-Werte zur Signifikanzevaluation liefert, können mithilfe des Bootstrappings Standardfehler zur Approximation der *t*- und *p*-Werte ermittelt werden (vgl. Hair et al., 2017, S. 160). Das Bootstrapping beschreibt dabei einen Resampling-Ansatz, bei dem zufällige Sub-Samples (mit Zurücklegen) aus dem Gesamtsample gezogen werden und für die jeweils eine Pfadmodellschätzung unter veränderten Datenkonstellationen vorgenommen wird. Für die Ausführung des Bootstrapping-Verfahrens wurden entsprechend der Empfehlung 5.000 Sub-Samples verwendet. Die Ermittlung der Bootstrapping-Konfidenzintervalle erfolgte gemäß der Standardeinstellung (Basis-Bootstrapping) als bias-korrigiertes

und akzeleriertes (BCa)-Bootstrapping. Die Signifikanzprüfung erfolgte auf Basis des zweiseitigen *t*-Tests zu einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0{,}05$ (vgl. Hair et al., 2017, S. 160).

Die Ermittlung der prädiktiven Relevanz des Strukturgleichungsmodells wurde mithilfe des PLS-basierten Blindfolding-Vorgehens vorgenommen (vgl. Hair et al., 2014, S. 178 ff.). Beim Blindfolding werden einzelne Datenpunkte der Datenmatrix ausgelassen und geschätzt. Der Vergleich des ausgelassenen mit dem geschätzten Wert ergibt den prädiktiven Fehler für ein betrachtetes endogenes reflektives Konstrukt (vgl. Hair et al., 2014, S. 183). Für das Blindfolding wurde im vorliegenden Modell der Wert 7 gewählt.

Die nachfolgende Evaluation des Strukturgleichungsmodells umfasst zunächst die Prüfung der reflektiv spezifizierten Messmodelle, dann die Prüfung der formativ spezifizierten Messmodelle, bevor abschließend das Strukturmodell evaluiert wird (vgl. Hair et al., 2017, S. 26; Schloderer et al., 2009, S. 589).

6.3.1 Evaluation der reflektiven Messmodelle

Für die Evaluation der reflektiv spezifizierten Messmodelle wurden die im Rahmen der Faktorenanalyse üblichen Gütekriterien angewendet (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 590 ff.; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 127 ff.). Diese zielen insbesondere auf eine Prüfung der Reliabilität und der Validität der reflektiven Variablen ab (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 128). Schloderer et al. (2009, S. 590) empfehlen für die Prüfung reflektiver Messmodelle im Kontext von PLS-Modellen insgesamt vier Gütemaße: die Indikatorreliabilität, die Konstruktreliabilität, die durchschnittlich erfasste Varianz und die Diskriminanzvalidität.

Indikatorreliabilität

Das Gütemaß der Indikatorreliabilität erlaubt eine Aussage darüber, inwieweit ein einzelner Indikator (Item) zur Messung des latenten Konstrukts geeignet ist. Sie beschreibt, welcher Anteil der Varianz eines Indikators durch das zugehörige Konstrukt erklärt wird (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 590). Als äquivalentes Gütekriterium für die Indikatorreliabilität werden im Folgenden die Faktorladungen der Indikatoren (λ) betrachtet. Ziel ist, dass mindestens die Hälfte der Varianz eines Indikators durch das zugeordnete Konstrukt erklärt wird, was einem äquivalenten Grenzwert von 0,7 ($\approx 0{,}5^2$) für die Faktorladung gleichkommt. Dies bedeutet in anderen Worten, dass der erklärte Anteil der Varianz größer sein sollte als der nichterklärte (vgl. Nitzl, 2010, S. 24). Wird die Bedingung des Kriteriums erfüllt ($\lambda \geq 0{,}7$), kann davon ausgegangen werden, dass sich der Indikator zur Messung des Konstrukts eignet. Ein zusätzlicher Signifikanztest für die ermittelten Indikatorreliabilitäten sichert die Entscheidung ab, ist allerdings nicht zwangsläufig notwendig, da sich Ladungsgrößen $\lambda \geq 0{,}7$ für $\alpha = 0{,}05$ in aller Regel signifikant von Null unterscheiden (vgl. Jahn, 2007, S. 17; Nitzl, 2010, S. 24; Schloderer et al., 2009, S. 589). Erfüllt ein Indikator die Reliabilitätsbedingung nicht ($\lambda \geq 0{,}7$), kann in Anlehnung an Nitzl (2010) eine Elimination des Indikators in Betracht gezogen werden.

Anhand der Betrachtung der Indikatorladungen und der dazugehörigen *t*-Werte ergibt sich für das reflektiv spezifizierte Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“, dass sieben

der neun Faktorladungen die Prüfbedingungen erfüllen. Die *t*-Werte bestätigen dabei die Signifikanzen der Ladungswerte zur Irrtumswahrscheinlichkeit von α = 0,01. Zwei der Indikatoren – die „zeitliche Effizienz“ (λ = 0,656) und die „finanzielle Effizienz“ (λ = 0,667) – erfüllen die Prüfbedingung ($\lambda \geq 0{,}7$) nicht und werden aufgrund zu geringer Ladungswerte aus dem Messmodell entfernt. Dieser Schritt der Elimination stellt ein für reflektiv spezifizierte Konstrukte etabliertes Vorgehen dar (vgl. z. B. Hair et al., 2017, S. 96 ff.). Die nachfolgenden Kalkulationen erfolgen bereits auf Basis des bereinigten Konstrukts.

Tabelle 15: Indikatorreliabilität für das reflektive Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“.

Code	Indikator	Indikatorladung	*t*-Wert
STP1	Zeitliche Effizienz	aus Skala entfernt	
STP2	Finanzielle Effizienz	aus Skala entfernt	
STP3	Effizienz des Projektverlaufs (aus Unternehmenssicht)	0,844	48,652***
STP4	Effizienz des Projektverlaufs (aus Kundensicht)	0,851	46,223***
STP5	Ergebniserfolg	0,849	42,263***
STP6	Anforderungserfüllung	0,801	27,413***
STP7	Interne Zielerreichung	0,813	38,120***
STP8	Kundenbewertung der Qualität	0,832	37,598***
STP9	Teamzufriedenheit	0,826	41,083***

* (t > 1,65, α = 10 %); ** (t > 1,96, α = 5 %); *** (t > 2,57, α = 1 %)

Konstruktreliabilität (Composite Reliability) und Cronbachs Alpha

Die Konstruktreliabilität ρ_c (auch Composite Reliability oder Faktorreliabilität genannt) bewertet, wie gut das latente reflektive Konstrukt durch die zugeordneten Indikatoren gemessen wird (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 590). Es erlaubt damit eine Gütebeurteilung auf Konstruktebene. Untereinander stark positiv korrelierende Indikatoren kennzeichnen eine gute Konstruktreliabilität. Die Konstruktreliabilität ρ_c wird für standardisierte PLS-Ergebnisse wie folgt berechnet:

$$\rho_c = \frac{(\sum_i \lambda_i)^2}{(\sum_i \lambda_i)^2 + \sum_i var(\varepsilon_i)} \tag{1}$$

Dabei beschreibt λ_i die Ladung eines Indikators i des latenten Konstrukts. Die Varianz des Messfehlers $var(\varepsilon_i)$ bestimmt sich aus der Subtraktion $1 - \lambda_i^2$. Die Werte für die Konstruktreliabilität liegen im Bereich $0 \leq \rho_c \leq 1$ (vgl. Nitzl, 2010, S. 26; Schloderer et al., 2009, S. 590). Die Konstruktreliabilität lässt sich ebenso wie die etablierte Prüfgröße des Cronbachs Alpha als Gütemaß für die interne Konsistenz interpretieren (vgl. Nitzl, 2010, S. 26). In Bezug auf die Nutzungspräferenz der beiden Gütemaße werden in der Forschung unterschiedliche Positionen vertreten. Während einige Autor*innen im Kontext der PLS-Anwendung die Konstruktreliabilität als das passendere der beiden Gütemaße einstufen (vgl. Nitzl, 2010, S. 25; Schloderer et al., 2009, S. 591), halten andere Autoren die Nutzung und Auswertung von beiden Kriterien für sinnvoll (vgl. Hair et al., 2017, S. 97). Hair et al. (2017) begründen die Nutzung beider

Größen damit, dass die Konstruktreliabilität zu überhöhten Reliabilitätsschätzungen tendieren kann und Cronbachs Alpha demgegenüber ein konservatives Reliabilitätsmaß darstellt. Dieser Empfehlung folgend wurden in der vorliegenden Auswertung ebenfalls beide Maße berücksichtigt. Die Grenzwerte für Konstruktreliabilität und Cronbachs Alpha werden analog interpretiert. Für fortgeschrittene (z. B. konfirmatorische) Studien liegen zufriedenstellende Werte über 0,7 (im besten Fall über 0,8) (Field, 2013, S. 709). Werte über 0,95 deuten hingegen darauf hin, dass die Indikatoren das gleiche Phänomen messen, was eine kritische Prüfung zur Folge haben sollte (vgl. Hair et al., 2017, S. 97). Im vorliegenden Strukturgleichungsmodell belaufen sich die Werte für das einzige reflektive Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ auf 0,944 für die Konstruktreliabilität und auf 0,931 für das Cronbachs Alpha. Dies entspricht hohen Prüfwerten, die aufgrund der sehr dichten Operationalisierung des Konstrukts als latente endogene Variable im vorliegenden Strukturmodell als akzeptabel angesehen werden können.

Durchschnittlich erfasste Varianz

Als weiteres Gütemaß setzt die durchschnittlich erfasste Varianz (DEV) den Anteil der erklärten Varianz in Relation zum Messfehler des latenten Konstrukts. Die Berechnung der durchschnittlich erfassten Varianz erfolgt dabei ähnlich zur Berechnung der Konstruktreliabilität ρ_c, mit dem Unterschied, dass die Quadrate der Einzelfaktorladungen in die Summe einfließen (vgl. Nitzl, 2010, S. 26):

$$DEV = \frac{\sum_i \lambda_i^2}{\sum_i \lambda_i^2 + \sum_i var(\varepsilon_i)} \tag{2}$$

Die durchschnittlich erfasste Varianz kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Eine ausreichende Prüfbedingung ergibt sich mit DEV ≥ 0,5, wodurch ausgedrückt wird, dass mindestens die Hälfte der Varianz des Konstrukts durch die zugeordneten Indikatoren erklärt wird (vgl. Hair et al., 2017, S. 99; Nitzl, 2010, S. 27). Die DEV stellt gegenüber der Konstruktreliabilität ρ_c ein konservatives Gütemaß dar, da die Konstruktreliabilität auch dann akzeptable Werte annehmen kann, wenn mehr als 50% der Varianz auf Messfehler zurückzuführen sind (vgl. Schloderer et al., 2009). Sind die Grenzwerte der Konstruktreliabilität, des Cronbachs Alphas und der durchschnittlich erfassten Varianz überschritten, kann das Kriterium der Kovergenzvalidität als erfüllt angesehen werden (vgl. Boßow-Thies & Panten, 2009, S. 375 f.; Nitzl, 2010, S. 24). Im vorliegenden Strukturgleichungsmodell besitzt das Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ eine durchschnittlich erfasste Varianz von 0,709, womit die Prüfbedingung für eine ausreichend erklärte Varianz erfüllt ist.

Diskriminanzvalidität

Die Diskriminanzvalidität stellt das methodische Gegenstück zur konvergenten Validität dar (vgl. Boßow-Thies & Panten, 2009, S. 376). Sie evaluiert, in welchem Ausmaß sich die Indikatoren eines Konstrukts signifikant von den Indikatoren eines anderen Modellkonstrukts unter-

scheiden (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 164). Zur Prüfung der Diskriminanzvalidität werden drei Kriterien herangezogen: die Kreuzladungen, das Fornell-Larcker-Kriterium und das Heterotrait-Monotrait (HTMT)-Verhältnis.

Kreuzladungen beschreiben Korrelationen von Indikatoren eines Konstrukts mit anderen latenten Konstrukten des Modells. Hierbei wird gefordert, dass jeder Indikator die höchste Ladung bzw. Korrelation mit dem ihm zugeordneten Konstrukt aufweisen soll (vgl. Chin, 1998b, S. 321; Schloderer et al., 2009, S. 591). Für das vorliegende Strukturgleichungsmodell zeigt Tabelle 16, dass alle Kreuzladungen der Indikatoren des Konstrukts „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ auf andere Modellkonstrukte kleiner sind als die Indikatorladungen zum zugeordneten Konstrukt. Das erste Prüfkriterium der Diskriminanzvalidität kann damit als erfüllt angesehen werden.

Tabelle 16: Kreuzladungen der Indikatoren des Konstrukts "Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts".

Indikator	STP	TWQ	PC	AOC	ATS	QAM	IA
STP3	**0,831**	0,504	-0,361	0,507	0,501	0,340	0,387
STP4	**0,853**	0,546	-0,361	0,489	0,476	0,318	0,392
STP5	**0,867**	0,481	-0,309	0,459	0,442	0,320	0,393
STP6	**0,814**	0,486	-0,256	0,453	0,470	0,354	0,398
STP7	**0,821**	0,511	-0,277	0,505	0,484	0,329	0,415
STP8	**0,856**	0,532	-0,299	0,481	0,482	0,337	0,431
STP9	**0,849**	0,570	-0,292	0,529	0,502	0,373	0,461

Das Fornell-Larcker-Kriterium im Rahmen der Diskriminanzvaliditätsprüfung fordert, dass die Quadratwurzel der durchschnittlich erfassten Varianz (DEV) größer sein muss als die höchste Korrelation des Konstrukts zu einem anderen latenten Konstrukt des Modells (Fornell & Larcker, 1981). Hierdurch soll sichergestellt werden, dass ein Konstrukt eine größere Varianz mit den eigenen Indikatoren als mit anderen Modellkonstrukten teilt (vgl. Hair et al., 2017, S. 100). Zur Überprüfung des Fornell-Larcker-Kriteriums wird also schrittweise für jedes reflektive Konstrukt die Quadratwurzel der durchschnittlich erfassten Varianz (DEV) mit den Korrelationswerten zu den anderen Modellkonstrukten abgeglichen (vgl. Nitzl, 2010, S. 27). Auch wenn für die formativen Konstrukte des Modells keine DEV-Werte als Gütekriterien zur Verfügung stehen, können die Konstrukt-Korrelationen für den Vergleich mit reflektiv spezifizierten Konstrukten dennoch berücksichtigt werden. Korrelationen zwischen formativ spezifizierten Konstrukten werden nicht berücksichtigt, da diese entsprechend ihrer Definition nicht miteinander korrelieren sollten (vgl. Nitzl, 2010, S. 28). Tabelle 17 fasst die Auswertung im Rahmen der Prüfung des Fornell-Larcker-Kriteriums zusammen. Als einziges reflektives Konstrukt muss hierbei lediglich das Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ geprüft werden. Es zeigt sich, dass die Quadratwurzel des DEV-Werts des Konstrukts größer als alle Korrelationen mit den restlichen formativen Konstrukten ist. Das Fornell-Larcker-Kriterium zur Prüfung der Diskriminanzvalidität ist somit erfüllt.

Tabelle 17: Überprüfung des Fornell-Larcker-Kriteriums zur Prüfung auf Diskriminanzvalidität.

	STP	TWQ	PC	AOC	ATS	QAM	IA
STP	**0,842**	0,618	-0,367	0,582	0,571	0,424	0,489

Auch wenn das Kriterium der Kreuzladungen und das Fornell-Larcker-Kriterium erfolgreich geprüft werden konnten, sei darauf hingewiesen, dass in der einschlägigen Forschung vereinzelt auch kritische Einschätzungen bezüglich der Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit dieser beiden Kriterien zum Nachweis der Diskriminanzvalidität existieren. Nach Hair et al. (2017, S. 102) unter Bezugnahme auf Henseler et al. (2015) können beide Kriterien unter verschiedenen Voraussetzungen Limitationen bei der Identifikation von Diskriminanzvaliditätsproblemen aufweisen. Für eine Absicherung der Diskriminanzvaliditätsprüfung hat sich in der empirischen Forschung daher die zusätzliche Berücksichtigung des Heterotrait-Monotrait (HTMT)-Verhältnisses etabliert (vgl. Hair et al., 2017, S. 102; Henseler et al., 2015). Das HTMT-Kriterium setzt die Korrelationen zwischen Indikatoren, die unterschiedliche Konstrukte messen (Between-Trait-Korrelationen), mit den Korrelationen zwischen Indikatoren, die jeweils ihr eigenes Konstrukt messen (Within-Trait-Korrelationen) ins Verhältnis (vgl. Hair et al., 2017, S. 102). Akzeptable Werte liegen hierbei unterhalb des Grenzwerts von 0,9 (vgl. Henseler et al., 2015, S. 121). Da innerhalb des vorliegenden Strukturgleichungsmodells jedoch lediglich eine reflektiv spezifizierte Variable vorliegt und zwischen den formativ spezifizierten Konstrukten keine Indikatorkorrelationen ermittelt werden können, kann das HTMT-Kriterium hier nicht zum Einsatz kommen. Auf Basis der positiven Prüfung der beiden erstgenannten Kriterien kann die Anforderung hinsichtlich Diskriminanzvalidität des reflektiven Messmodells als erfüllt betrachtet werden.

Insgesamt lassen die Evaluationsergebnisse auf eine ausreichende Reliabilität und Validität des reflektiven Konstrukts „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ schließen.

6.3.2 Evaluation der formativen Messmodelle

Für die Evaluation der formativen Messmodelle des Strukturgleichungsmodells können die Gütemaße reflektiver Messmodelle nicht in gleicher Form übernommen werden. Die Ursache hierfür ist die zugrundeliegende Annahme, dass die Indikatoren von formativ spezifizierten Konstrukten als ursächlich für die zugehörige Variable definiert sind und somit nicht mehr denselben Sachverhalt messen. Sie unterliegen damit beispielsweise nicht länger der Anforderung einer notwendigerweise hohen Korrelation (vgl. Hair et al., 2017, S. 121; Nitzl, 2010, S. 29; Schloderer et al., 2009, S. 592). Die Indikatoren von formativen Konstrukten sind zudem nicht gegenseitig austauschbar (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 592) und es wird angenommen, dass formative Indikatoren keine Messfehler besitzen (vgl. Diamantopoulos & Winklhofer, 2001, S. 269 ff.). Dies führt in der Summe dazu, dass eine Reliabilitätsprüfung für formative Konstrukte nicht durchführbar ist. Die Evaluation stützt sich somit vorrangig auf die Überprüfung der Validität und dabei zum einen auf inhaltliche Überlegungen (vgl. Rossiter, 2002, S. 305ff) und zum anderen auf statistische Analysen (vgl. Nitzl, 2010, S. 29). Bezüglich der Prüfung der sachlichen Richtigkeit und Vollständigkeit der Indikatoren wird auf die systematische hergeleitete Operationalisierung in Kapitel 5 verwiesen. Die statistische Prüfung der formativen

Konstrukte basiert auf der Betrachtung von drei Prüfgrößen (vgl. Hair et al., 2017, S. 119 ff.; Hair et al., 2012, S. 328 ff.; Nitzl, 2010, S. 29 ff.; Schloderer et al., 2009, S. 592 ff.): der Konvergenzvalidität, der Kollinearität zwischen den Indikatoren (Multikollinearität) sowie der Höhe und Signifikanz der Gewichte der Indikatoren.

Konvergenzvalidität

Im Rahmen der Prüfvorgehens zur Konvergenzvalidität (bzw. konvergenten Validität), welches auch als Redundanzanalyse bezeichnet wird (vgl. Chin, 1998b, S. 308), wird die Korrelation zwischen dem formativ gemessenen Konstrukt mit einer Messung desselben Konstrukts als reflektiv spezifizierte Variable ermittelt. Ziel ist, Informationsredundanzen zu identifizieren, die sowohl in dem formativen als auch in dem reflektiven Konstrukt enthalten sind (vgl. Hair et al., 2017, S. 122). Das Konzept sieht hierbei vor, dass das formativ spezifizierte Konstrukt als exogene Variable verwendet wird, welche die reflektiv spezifizierte Variable vorhersagt. Die Höhe des Pfadkoeffizienten zwischen den beiden Konstrukten bildet das Gütekriterium für die konvergente Validität. Als Grenzwert für den Pfadkoeffizienten empfehlen Hair et al. (2017, S. 122) einen Wert von mindestens 0,70. Dies entspricht einem R^2-Wert von 0,50 bzw. 0,64. Wird der Grenzwert unterschritten, deutet dies auf eine nicht ausreichende Erfassung des Inhalts des zu messenden Konstrukts durch die formativen Indikatoren hin. In solchen Fällen empfehlen Hair et al. (2017, S. 122) eine theoretische bzw. konzeptionelle Adaption des formativen Messmodells.

Angemerkt sei an dieser Stelle, dass bei der Grenzwertprüfung der Pfadkoeffizienten auch der Umfang der Operationalisierung des reflektiven Konstrukts in die Bewertung einbezogen werden sollte. So nutzen die einschlägigen Quellen bei der Formulierung der Grenzwerte für die Höhe des Pfadkoeffizienten in der Regel Multi-Item-Messungen für das reflektive Konstrukt (siehe z. B. Chin, 1998b, S. 683; Sarstedt & Wilczynski, 2009, S. 222), was tendenziell höhere Korrelationswerte zwischen dem formativen und dem reflektiven Konstrukt zur Folge hat. Im vorliegenden Untersuchungsmodell wurde jedoch aus befragungsökonomischen Gründen (siehe auch Ausführungen in Kapitel 5.5.2) auf Globalitems, d.h. Single-Item-Messungen, zur Prüfung der Konvergenzvalidität zurückgegriffen. Globalitems bieten den Vorteil eines reduzierten Erhebungsaufwands und verringern die Gefahr, dass Proband*innen keine inhaltlichen Unterschiede zwischen multiplen Items erkennen und diese damit als redundant wahrnehmen (vgl. Sarstedt & Wilczynski, 2009, S. 214; Weiber & Mühlhaus, 2014). Als Nachteil kann angeführt werden, dass Single-Item-Messungen dadurch, dass sie ihre gesamten Informationen aus einer (Item-) Quelle beziehen, mit der potenziellen Gefahr einer nicht-adäquaten Konstrukterfassung einhergehen (vgl. Fuchs & Diamantopoulos, 2009, S. 198). Insgesamt stellen Single-Item-Messungen jedoch, insbesondere, wenn für die betrachteten latenten Konstrukte bislang keine wissenschaftlich erprobte reflektive Multi-Item-Messung existiert, einen effizienten Ansatz zur Prüfung der Konvergenzvalidität dar (vgl. Hair et al., 2017, S. 122; Sarstedt et al., 2013, S. 332). Zudem dienen sie im vorliegenden Fall lediglich dazu, die Güte der formativen Messung zu überprüfen und sollen keine umfängliche, eigenständige Messung aller Konstruktfacetten leisten. Zur Güteprüfung der formativ spezifizierten Messmodelle in dieser Studie kamen daher die in Kapitel 5.5.2 operationalisierten Globalitems zum Einsatz. Lediglich

das Konstrukt „Individualagilität“ wurde zu Prüfzwecken mit drei Items reflektiv operationalisiert. Als Grenzwert für die Güteprüfung wurde eine untere Grenze von 0,70 verwendet. In Tabelle 18 sind die ermittelten Pfadkoeffizienten, die *t*-Werte sowie die Bestimmtheitsmaße der formativ spezifizierten Konstrukte dokumentiert.

Tabelle 18: Übersicht über die Prüfgrößen zur Konvergenzvalidität der formativen Konstrukte.

Konstrukt	Pfadkoeffizient	*t*-Wert	R^2
TWQ	0,703	20,818***	0,494
AOC	0,737	27,224***	0,543
ATS	0,685	16,423***	0,469
IA	0,865	65,155***	0,748
QAM	0,772	27,616***	0,596
PC	0,494	9,220***	0,244

* ($t > 1{,}65$, $\alpha = 10$ %); ** ($t > 1{,}96$, $\alpha = 5$ %); *** ($t > 2{,}57$, $\alpha = 1$ %)

Die Kennwerte in Tabelle 18 zeigen, dass vier der sechs formativ spezifizierten Konstrukte die geforderten Mindestwerte für den Nachweis der konvergenten Validität erfüllen. Alle Pfadkoeffizienten liegen über dem Grenzwert von 0,70, die *t*-Werte sind signifikant ($\alpha = 0{,}01$) und jeweils mehr als 50% der Varianz des endogenen werden durch das exogene Konstrukt erklärt. Der Pfadkoeffizient des Konstrukts „Agilität der Teamstruktur“ liegt nur knapp unter dem Grenzwert von 0,7. Unter Berücksichtigung des Umstands, dass die Konvergenzvaliditätsprüfung dieses Konstrukts auf Basis der Gegenüberstellung einer formativen Operationalisierung mittels 12 Items zu einer Single-Item-Messung erfolgt, wird der Wert im Folgenden als (noch) tolerierbar eingestuft. Die Prüfwerte des Konstrukts „Komplexität des Projekts“ liegen ebenfalls unter den geforderten Grenzwerten zur Prüfung der Konvergenzvalidität. Da die Konzeptualisierung des Konstrukts allerdings theoriebasiert erfolgte und einzelne Items, wie spätere Auswertungen zeigen, sowohl negative als auch positive Einflüsse aufzeigen, wird auf eine Elimination des Konstrukts verzichtet, um später weitere Erkenntnisse über die resultierenden Wirkbeziehungen gewinnen zu können.

Multikollinearität

Das zweite Prüfkriterium widmet sich der Überprüfung der Kollinearität der Indikatoren. Sogenannte Multikollinearität beschreibt den Zustand, wenn formative Indikatoren nicht voneinander unabhängig sind und das Maß der Kollinearität einen kritischen Grenzwert überschreitet (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 593). Während für reflektiv spezifizierte Konstrukte eine hohe Abhängigkeit der Indikatoren wünschenswert ist, indiziert es bei formativen Messmodellen ein Qualitätsdefizit. Da formative Messmodelle auf einer multiplen Regressionsanalyse basieren, hängt die Stabilität der Indikatorkoeffizienten von der Stichprobengröße und der Stärke der Indikatorkorrelationen ab. Eine zu hohe Kollinearität zwischen den Indikatoren führt dazu, dass der singuläre Einfluss eines einzelnen Indikators auf das latente Konstrukt nicht exakt identifiziert werden kann (vgl. Diamantopoulos & Winklhofer, 2001, S. 272, Nitzl, 2010, S. 30f) oder unkorrekte Schätzungen der Gewichte und ihrer Vorzeichen entstehen (vgl. Hair et al., 2017, S. 124). Können einzelne Indikatoren als Folge von hohen Kollinearitätswerten als perfekte

Linearkombination der anderen Indikatoren dargestellt werden, lässt dies auf redundante Informationen bei der Konstruktmessung schließen (vgl. Diamantopoulos & Winklhofer, 2001, S. 272). In diesen Fällen sollte aufbauend auf einer kritischen Prüfung des Pfadmodells eine Elimination von Indikatoren in Betracht gezogen werden (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 593). Eine alternative Maßnahme kann in Anlehnung an Boßow-Thies und Panten (2009, S. 375) auch die Zusammenfassung aller betroffenen Items per Mittelwertbildung zu einer Variablen sein.

Zur Feststellung von Multikollinearität können verschiedene Kriterien herangezogen werden. Einen ersten Anhaltspunkt liefern die Pearson'schen Korrelationskoeffizienten zwischen einzelnen Indikatoren. Allerdings sind hiermit nur paarweise Vergleiche möglich. Darüber hinaus kann auch bei niedrigen Werten eine Multikollinearität vorliegen. Etablierte Verfahren zur Prüfung auf Multikollinearität bestehen aus diesem Grund darin, Toleranz- und Varianzinflationswerte im Rahmen einer Regressionskoeffizientenschätzung zu überprüfen (vgl. Boßow-Thies & Panten, 2009, S. 374). Hierbei beschreibt der Varianzinflationsfaktor (VIF), um welchen Faktor die Varianz eines Parameterschätzers aufgrund von Multikollinearität vergrößert ist. Ab einem VIF-Grenzwert von 10 besteht der Verdacht auf Multikollinearität. Hair et al. (2011, S. 145) empfehlen sogar den konservativeren Grenzwert von 5. Der Varianzinflationsfaktor berechnet sich dabei wie folgt (vgl. Schloderer et al., 2009, S 593):

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \tag{3}$$

R^2 beschreibt hierbei den Anteil der erklärten Varianz eines Indikators j, der durch die übrigen Indikatoren des Messmodells erklärt wird. Je näher der Wert an 1 liegt, umso eher käme es einer perfekten Linearkombination gleich (vgl. Boßow-Thies & Panten, 2009, S. 374; Nitzl, 2010, S. 31). Der Wert 1 - R^2 bezeichnet die Toleranz eines Indikators j. Auch dieser kann im Falle von niedrigen Werten (< 0,1) als alternativer Indikator für Multikollinearität angewendet werden (vgl. Boßow-Thies & Panten, 2009, S. 374).

Im vorliegenden Untersuchungsmodell liegen alle Indikatoren unter dem kritischen VIF-Wert von 5. Die formativ spezifizierten Konstrukte weisen somit keine Multikollinearität auf. Tabelle 30 in Anhang A.4 visualisiert die VIF-Werte der Indikatoren der formativen Messmodelle.

Höhe und Signifikanz der Gewichte sowie Ladung der Indikatoren

Das dritte Prüfkriterium zur Güteprüfung formativ spezifizierter Konstrukte betrifft die Höhe und Signifikanz der Indikatorgewichte. Die Indikatorgewichte (auch als äußere Gewichte im Kontext der Strukturgleichungsmodellierung mit formativen Konstrukten bezeichnet) können hierbei als Koeffizienten einer multiplen Regressionsanalyse interpretiert werden, in der das Konstrukt die abhängige Variable und die Indikatoren unabhängige Variablen darstellen (vgl. Schloderer et al., 2009). Das formative Konstrukt drückt sich als Linearkombination der Indikatorgewichte und -werte aus und besitzt in der Grundannahme einer multiplen Regression einen R^2-Wert von 1,0. Dies bedeutet, dass jegliche Varianz des formativen Konstrukts – anders als bei reflektiv spezifizierten Konstrukten – durch die Indikatoren (kausal) erklärt werden

kann. Als standardisierte Werte bringen die Indikatorgewichte formativer Konstrukte den relativen Beitrag zur Erklärung bzw. die relative Relevanz zur Bildung des Konstrukts zum Ausdruck (vgl. Hair et al., 2017, S. 127). Während Werte nahe 0 eine schwache Beziehung darstellen, bedeuten Werte nahe 1 einen starken Zusammenhang. Schloderer et al. (2009, S. 592) empfehlen in Anlehnung an Lohmöller (1989, S. 60f.) eine Mindesthöhe der Indikatorgewichte von 0,1. Gleichzeitig sollte bei einer Unterschreitung des Grenzwerts von einer vorschnellen Elimination des betroffenen Indikators abgesehen werden, denn auch Indikatoren mit niedrigeren Gewichten können signifikant und damit sinnvoll interpretierbar sein (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 592). Die Signifikanzen (*t*-Werte) werden über die Bootstrapping-Methode des PLS-Algorithmus bestimmt. Ferner ist es für spätere Analysen bedeutsam darauf aufmerksam zu machen, dass formative Messmodelle nicht als in sich geschlossene Regressionen interpretiert werden können, sondern die Werte der formativen Indikatorgewichte auch anderen Einflüssen des Gesamtmodells unterliegen (vgl. Hair et al., 2017, S. 127).

Je mehr Indikatoren ein formatives Konstrukt beschreiben, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne Indikatoren zu kleine oder nicht signifikante Gewichte aufweisen. Im Idealfall wird bereits im Zuge der Operationalisierung des Konstrukts auf eine angemessene (und nicht zu umfangreiche) Anzahl an Indikatoren geachtet. Lässt sich das formative Konstrukt aufgrund der Vielzahl an zu erfassenden Facetten nicht komprimierter operationalisieren, so muss dies im Rahmen der Interpretation der Gewichte und Signifikanzen entsprechend berücksichtigt werden. Gleichzeitig sinkt auch die Wahrscheinlichkeit für signifikant von Null verschiedene Indikatorgewichte (vgl. Cenfetelli & Bassellier, 2009, S. 694 ff.; Hair et al., 2017, S. 128).

Nach Hair et al. (2017, S. 129) sind nicht signifikante Indikatoren nicht zwangsläufig ein Kennzeichen für eine schlechte Messmodellqualität. So empfehlen sie zusätzlich die Analyse des absoluten Beitrags (bzw. der absoluten Relevanz) eines Indikators. Dieser beschreibt den spezifischen Beitrag eines Indikators (ohne den Einfluss der anderen Indikatoren des formativen Konstrukts) und ergibt sich aus der **Indikatorladung**, welche über eine einfache Regression ermittelt wird (vgl. Hair et al., 2017, S. 129). Ergibt sich für einen Indikator die Konstellation, dass sein Gewicht nicht signifikant, die Ladung allerdings hoch (> 0,5) ist, kann der Indikator in Anlehnung an Hair et al. (2017, S. 129) als „absolut relevant“ (im Gegensatz zu „relativ relevant“ bei einem signifikanten Gewicht) interpretiert werden. In diesem Fall besitzt der Indikator absolut gesehen eine hohe Bedeutung für das Konstrukt, wenngleich die relative Bedeutung aufgrund eines kleinen Indikatorgewichts verhältnismäßig gering ausfällt (vgl. Cenfetelli & Bassellier, 2009, S. 693 ff.). Liegt weder ein signifikantes Gewicht noch eine signifikante Ladung vor, sollte die Konzeption überdacht und eine Entfernung des Indikators in Erwägung gezogen werden (vgl. Hair et al., 2017, S. 129). Tabelle 31 im Anhang A.4 visualisiert die Indikatorgewichte sowie Indikatorladungen inklusive *t*-Werte aller formativen Konstrukte.

Es zeigt sich, dass 28 der 62 Indikatoren der formativen Konstrukte signifikante Gewichte (α = 0,05, zweiseitig) aufweisen. Sie erfüllen damit das Gütekriterium der relativen Relevanz. 34 Indikatoren besitzen keine signifikanten Gewichte, davon 33 allerdings signifikante Ladungen (α = 0,05, zweiseitig). Lediglich der Indikator *PC4* („Unternehmenspolitische Einflüsse“)

verfügt weder über ein signifikantes Indikatorgewicht, noch über eine signifikante Indikatorladung. Aufgrund der Definition des Indikators als wesentliche Facette des Konstrukts „Komplexität des Projekts“ wird von einer Elimination des Indikators abgesehen.

Diskriminanzvalidität

Mit der Prüfung der drei zuvor beschriebenen Gütekriterien ist die formale Prüfung der formativ spezifizierten Konstrukte abgeschlossen (vgl. Hair et al., 2017, S. 122 ff.; Schloderer et al., 2009, S. 592 ff.). Vereinzelte Publikationen schlagen eine darüberhinausgehende Betrachtung der Diskriminanzvalidität vor (siehe z. B. Huber et al., 2007, S. 101 f.). Um die Überschneidungsfreiheit zwischen formativen Konstrukten sicherzustellen, sollten jegliche Korrelationen zwischen einer latenten formativen Variable und anderen latenten Variablen im Modell unter dem Grenzwert von 0,9 liegen (vgl. Huber et al., 2007, S. 35). Tabelle 19 zeigt die Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen den formativen Konstrukten im Modell. Hierbei kann festgestellt werden, dass alle Korrelationen unterhalb des Grenzwerts liegen.

Tabelle 19: Pearson-Korrelationskoeffizienten der formativen Konstrukte.

	TWQ	PC	AOC	ATS	QAM	IA
TWQ	formativ					
PC	-0,322	formativ				
AOC	0,743	-0,214	formativ			
ATS	0,705	-0,173	0,685	formativ		
QAM	0,569	-0,189	0,573	0,506	formativ	
IA	0,578	-0,145	0,541	0,541	0,548	formativ

6.3.3 Evaluation des Strukturmodells

Nachdem die Validität und Reliabilität der reflektiven und formativen Messmodelle sichergestellt werden konnte, erfolgt im nächsten Schritt die Evaluation des Strukturmodells. Geprüft werden die Beziehungen zwischen den Modellkonstrukten sowie die Prognosefähigkeit des Strukturmodells. In Anlehnung an Hair et al. (2017, S. 164 ff.) kann die Evaluation des Strukturmodells anhand folgender Kriterien erfolgen (vgl. zusätzlich Nitzl, 2010, S. 33 ff.; Schloderer et al., 2009, S. 594 ff.; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 326 ff.): Zunächst sollte das innere Pfadmodell auf (Multi-)Kollinearität geprüft werden. Anschließend erfolgt die Relevanz- und Signifikanzprüfung der Pfadkoeffizienten des inneren Modells, bevor die erklärte Varianz der endogenen Konstrukte (R^2-Wert) und die f^2-Effektstärken evaluiert werden. Im Anschluss an die Prüfung der Prognoserelevanz (Q^2-Werte) des Modells erfolgt die Prüfung der q^2-Effektstärken.

Dieses Prüfvorgehen – vorranging auf Basis von heuristischen Gütekritierien – unterscheidet sich wesentlich von der Prüfung klassischer kovarianzbasierter Strukturmodelle (CB-SEM). Die Anwendung von **globalen Gütemaßen** (Goodness-of-Fit-Maße), wie sie bei der Prüfung von CB-SEM zum Einsatz kommen, ist auf die Evaluation von nonparametrischen PLS-Strukturgleichungsmodellen nicht ohne weiteres übertragbar (vgl. Hair et al., 2017, S. 164 ff.; Sarstedt et al., 2014, S. 2 ff.). Während PLS-basierte Strukturgleichungsmodelle (PLS-SEM)

die Parameter so schätzen, dass eine Maximierung des Anteils der erklärten Varianz der endogenen latenten Variablen erzielt wird, versucht ein CB-SEM die Differenz zwischen der geschätzten und der tatsächlichen Kovarianzmatrix der Stichprobe zu minimieren. Die Güteprüfung eines PLS-SEM erfolgt somit vor allem dahingehend, wie gut es die endogenen latenten Konstrukte vorhersagt. Während für klassische kovarianzbasierte Strukturmodelle etablierte Maße wie die Chi-Quadrat-Statistik (χ^2-Werte), der Goodness-of-Fit-Index (GFI) oder der Adjusted-GFI (AGFI) eine Bewertung des Modell-Fit ermöglichen, sind diese auf PLS-basierte Strukturmodelle nicht vollständig anwendbar (vgl. Hair et al., 2017, S. 164 ff.). Hair et al. (2017, S. 166 f.) liefern eine Übersicht über verschiedene Gütemaß-Alternativen. Sie beziehen sich unter anderem auf eine Studie von Henseler et al. (2014, S. 192), welche die Leistungsfähigkeit des Standardized-Root-Median-Square-Residual (SRMR)-Index im Anwendungskontext von PLS-Strukturmodellen geprüft und für geeignet befunden haben. Der SRMR-Index misst den Modell-Fit und ergibt sich aus der standardisierten Wurzel der mittleren Differenzen zwischen den beobachteten und im Modell geschätzten Korrelationen. Er stellt ein absolutes Maß dar, wonach sich ein Wert näher 0 dem perfekten Fit annähert. Abgeleitet aus der Anwendung bei kovarianzbasierten Strukturmodellen wird ein ermittelter SRMR-Index <0,08 als Kennwert für einen guten Modell-Fit betrachtet (vgl. Hair et al., 2017, S. 166). Der SRMR-Index des vorliegenden Strukturgleichungsmodells beträgt 0,070, was auf einen guten Model-Fit hindeutet.

Multikollinearität

Im ersten Schritt der Güteprüfung des Strukturmodells erfolgt die Prüfung auf Kollinearität zwischen den Konstrukten im Strukturmodell. Analog zum Vorgehen bei der Prüfung der Multikollinearität der formativen Messmodelle gilt es sicherzustellen, dass zwischen den exogenen latenten Variablen, die eine endogene latente Variable erklären (auch Prädiktorvariablen genannt), kein kritisches Niveau an Kollinearität erreicht wird (vgl. Hair et al., 2017, S. 167 ff.). Hierzu werden ebenfalls analog zur Evaluation der formativen Messmodelle die Toleranz- oder Varianzinflationswerte (VIF) zur Prüfung herangezogen (vgl. Kapitel 6.3.2). Hair et al. (2017, S. 167 ff.) empfehlen als Grenzwert für die VIF-Werte den Wert 5, der nicht überschritten werden sollte. Tabelle 20 zeigt die VIF-Werte der endogenen Variablen in Bezug auf die beiden abhängigen Variablen im Modell. Es zeigt sich, dass alle VIF-Werte im vorgegebenen Bereich liegen und damit keine Kollinearitätsproblematik gegeben ist.

Tabelle 20: VIF-Werte der exogenen Variablen.

	TWQ	STP	AOC	ATS	IA	QAM	PC
TWQ		3,062					
STP							
AOC	2,246	2,681					
ATS	2,063	2,330					
IA	1,694	1,753					
QAM	1,718	1,748					
PC	1,056	1,126					

Vorzeichen, Höhe und Signifikanz der Pfadkoeffizienten

Im nächsten Schritt der Güteprüfung erfolgt die Analyse der Pfadkoeffizienten des Strukturmodells. Nach Anwendung des PLS-Algorithmus werden Schätzungen für die Beziehungen zwischen den Modellkonstrukten als Pfadkoeffizienten ausgegeben. Diese sind hinsichtlich ihres Vorzeichens, ihrer Höhe und ihrer Signifikanz zu bewerten (vgl. Nitzl, 2010, S. 34). Die standardisierten Werte für die Pfadkoeffizienten liegen generell im Intervall zwischen -1 und +1. Ein geschätzter Pfadkoeffizient nahe +1 bedeutet eine stark positive Beziehung (analog der Wert -1 eine stark negative Beziehung), ein Wert nahe 0 entspricht einer schwachen Beziehung. Das Vorzeichen des Pfadkoeffizienten indiziert die Richtung einer angenommenen positiven oder negativen Wirkung auf die endogene Variable. Die Signifikanz eines Pfadkoeffizienten wird mithilfe des Bootstrapping-Verfahrens bestimmt. Analog zur Signifikanzprüfung der Indikatoren formativer Konstrukte ermöglicht das Bootstrapping die Ermittlung der Standardfehler der Pfadkoeffizienten und damit auch die Berechnung empirischer *t*-Werte für alle Pfadkoeffizienten im Strukturmodell (vgl. Hair et al., 2017, S. 168 ff.). Ein *t*-Wert über 1,96 bedeutet, dass der Parameter zu einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 signifikant ist und damit einen gewichtigen Beitrag zur Erklärung der Modellstruktur leistet (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 327). Dieser Grenzwert wird auch für die Signifikanzprüfung der Pfadkoeffizienten im vorliegenden Modell angewandt.

Nach der Signifikanzprüfung ist es wichtig, die Relevanz der Pfadkoeffizienten zu evaluieren. Wie Hair et al. (2017, S. 169) ausführen, ist es durchaus möglich, dass ein Pfadkoeffizient zwar signifikant, die Höhe des Pfadkoeffizienten (und damit die relative Wichtigkeit) jedoch sehr klein und damit wenig relevant ist. Für die Analyse können die Pfadkoeffizienten hierzu in Relation zueinander und analog zu den standardisierten Beta-Koeffizienten einer Kleinste-Quadrate (OLS)-Regression interpretiert werden, d.h. eine Änderung der unabhängigen Variable um eine Standardabweichung führt zu einer Änderung der abhängigen Variable um den Wert des Pfadkoeffizienten (vgl. Hair et al., 2017, S. 170). Etablierte Richtwerte bezüglich einer Mindesthöhe der Pfadkoeffizienten existieren nicht. Verschiedene Ansätze schlagen Betragswerte von > 0,2 (vgl. Chin, 1998a, S. XIII) oder > 0,1 (vgl. Lohmöller, 1989, S. 60) als grobe Richtwerte vor, um Pfadkoeffizienten als bedeutsam zu interpretieren. Ferner ist darauf hinzuweisen, dass der Einfluss einer unabhängigen Variable nicht nur anhand des direkten Effekts bewertet werden sollte, sondern außerdem anhand des totalen Effekts. Der totale Effekt berücksichtigt dabei den zusätzlichen Einfluss, der über die Prozessvariable mediiert wird. Die Summe aus direktem und indirektem Effekt wird als totaler Effekt einer Prädiktorvariable bezeichnet (vgl. Hair et al., 2017, S. 170). Tabelle 22 zeigt die Pfadkoeffizienten des Strukturmodells inklusive ihrer korrespondierenden *t*-Werte zur Prüfung der direkten Effekte im Modell. Die Interpretation der ermittelten Werte wird im Folgekapitel 6.3.4 im Zuge der Hypothesendiskussion vorgenommen.

Bestimmtheitsmaß

Das Bestimmtheitsmaß (R^2-Wert) einer latenten abhängigen Variable ermöglicht eine Beurteilung der Erklärungskraft des Strukturmodells. Es beziffert den Anteil der Varianz einer latenten endogenen Variable, der durch die zugeordneten exogenen Variablen erklärt wird (vgl. Boßow-

Thies & Panten, 2009, S. 377; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 327). Da der R^2-Wert jedoch über die Anzahl der eingehenden Variablen beeinflusst wird, empfiehlt sich die Berechnung und Betrachtung des korrigierten Bestimmtheitsmaßes, bei dem der Wert um die Anzahl an exogenen Variablen korrigiert ist. Hierdurch wird eine Vergleichbarkeit der Bestimmtheitsmaße verschiedener endogener Konstrukte ermöglicht, die sich in Bezug auf die Anzahl der zugeordneten exogenen Variablen unterscheiden (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 377). Die Festlegung von Grenzwerten für akzeptable Bestimmtheitsmaße gestaltet sich in der Forschungspraxis schwierig, da diese insbesondere von der Modellgröße sowie der Forschungsdisziplin abhängen (vgl. Hair et al., 2017, S. 171). Chin (1998b, S. 323) empfiehlt die Werte 0,67, 0,33 und 0,19 als Orientierung für die Einstufung des Bestimmtheitsmaßes als „substanziell", „moderat" oder „schwach". Tabelle 21 visualisiert die Bestimmtheitsmaße und die korrigierten Bestimmtheitsmaße für die beiden latenten endogenen Variablen des Strukturmodells.

Tabelle 21: Bestimmtheitsmaße der latenten endogenen Konstrukte „Qualität der Teamzusammenarbeit" und „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts".

Endogene Konstrukte	R^2	Korrigiertes R^2
Qualität der Teamzusammenarbeit	0,673	0,688
Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts	0,485	0,475

In Anlehnung an die oben vorgeschlagene Klassifizierung können die nicht-korrigierten und korrigierten Bestimmtheitsmaße der beiden Konstrukte als moderat („Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts") und als substanziell („Qualität der Teamzusammenarbeit") eingestuft werden.

Effektstärken

Nach der Prüfung der Höhe und Signifikanz der Pfadkoeffizienten sowie der Prüfung der R^2-Werte der latenten endogenen Konstrukte gilt es nun zu evaluieren, welchen substanziellen Einfluss ein exogenes Konstrukt auf die Erklärung der Varianz eines der endogenen Konstrukte ausübt. Hierzu wird die Veränderung des R^2-Werts betrachtet, die entsteht, wenn ein exogenes Konstrukt aus dem Modell entfernt würde. Verglichen werden hierbei die Bestimmtheitsmaße des endogenen Konstrukts vor ($R^2_{included}$) und nach der Exklusion ($R^2_{excluded}$) der exogenen Variable. Dieses Gütekriterium wird als f^2- Effektstärke bezeichnet und berechnet sich wie folgt (Schloderer et al., 2009, S. 595):

$$f^2 = \frac{R^2_{included} - R^2_{excluded}}{1 - R^2_{included}} \tag{4}$$

Ein hoher Wert der Effektstärke bedeutet, dass ein Ausschluss der exogenen Variable zu einer erheblichen Verringerung des Bestimmtheitsmaßes führen würde, und spricht somit für eine hohe Relevanz der exogenen Variable für die Erklärung der endogenen Variable (vgl. Schloderer et al., 2009, S. 328 f.). In Anlehnung an Chin (1998b, S. 317) können folgende Grenzwerte zur Einstufung der Effektstärke herangezogen werden: 0,02 (gering), 0,15 (mittel) und 0,35 (hoch). Effektstärken unter 0,02 deuten darauf hin, dass kein Effekt vorliegt (vgl. Hair et

al., 2017, S. 173). Tabelle 22 zeigt die Effektstärken zu den geprüften Pfadbeziehungen im Strukturmodell. Die Effektstärke von zwei der elf Pfadbeziehungen liegt unterhalb der Einstufung „gering“. Die Diskussion der Effektstärken im vorliegenden Modell erfolgt im Rahmen der Hypothesenprüfung in Kapitel 6.3.4.

Tabelle 22: Pfadkoeffizienten und Effektstärken im Strukturmodell.

Pfadbeziehung im Strukturmodell		Pfad-koeffizient	*t*-Wert	Effekt-stärke f^2
Exogenes Konstrukt	Endogenes Konstrukt			
Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen (AOC)	Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ)	0,374	6,162***	0,189
Agilität der Teamstruktur (ATS)		0,298	5,653***	0,133
Qualität der agilen methodischen Unterstützung (QAM)		0,100	1,576	0,020
Individualagilität (IA)		0,138	2,649***	0,036
Komplexität des Projekts (PC)		-0,155	2,954***	0,070
Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen (AOC)	Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts (STP)	0,187	2,214**	0,025
Agilität der Teamstruktur (ATS)		0,188	2,410**	0,029
Qualität der agilen methodischen Unterstützung (QAM)		-0,013	0,209	0,000
Individualagilität (IA)		0,151	2,027**	0,026
Komplexität des Projekts (PC)		-0,212	3,010***	0,077
Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ)		0,199	2,111**	0,075

* (t > 1,65, α = 10 %); ** (t > 1,96, α = 5 %); *** (t > 2,57, α = 1 %);
f^2 ≥ 0,02: kleine Effektstärke; f^2 ≥ 0,15: mittlere Effektstärke; f^2 ≥ 0,35: große Effektstärke

Prognoserelevanz (Q^2-Werte)

Neben der Evaluation der Bestimmtheitsmaße (R^2-Werte) stellt die Prüfung der Q^2-Werte des Modells einen weiteren wichtigen Schritt zur Prüfung der Prognosefähigkeit dar. Während das Bestimmtheitsmaß ein Maß für die In-Sample-Prognosefähigkeit beschreibt, stellt der Q^2-Wert ein Gütemaß für die Out-of-Sample-Prognosefähigkeit bzw. Prognoserelevanz des Strukturmodells dar (vgl. Hair et al., 2017, S. 174). Der Q^2-Wert, der in Anlehnung an Stone (1974) und Geisser (1974) auch als Stone-Geisser-Q^2-Wert bezeichnet wird, wird mithilfe des Blindfolding-Vorgehens auf Basis einer zu definierenden Auslassungsdistanz *D* generiert. Hierbei wird systematisch jeder d-te Datenpunkt in der Datenmatrix der Indikatoren eines endogenen, reflektiv spezifizierten Konstrukts ausgelassen und mittels der verbleibenden Datenpunkte geschätzt. Das Blindfolding wird so lange wiederholt, bis jeder Datenpunkt einmal geschätzt wurde. Die Differenzen zwischen den geschätzten und den wahren Datenpunkten dienen der Berechnung der Prognoserelevanz (vgl. Chin, 1998b, S. 317; Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 329). Mithilfe dieses Vorgehens prüft das Gütekriterium der Prognoserelevanz, wie gut das Strukturmodell empirische Daten rekonstruieren kann. Ist die Prüfgröße der Prognoserelevanz (Q^2-Wert) größer als Null, so besitzt das Strukturmodell eine ausreichende Prognoserelevanz. Ist der Q^2-Wert kleiner als Null, so kann das Modell die Rohdaten nicht besser vorhersagen

als eine einfache Mittelwertschätzung (vgl. Nitzl, 2010, S. 36). Ferner existieren verschiedene Berechnungsverfahren für die Prognoserelevanz Q^2. Im vorliegenden Modell wurde in Anlehnung an Hair et al. (2017, S. 176) der Ansatz der kreuzvalidierten Redundanz verwendet, der die Datenvorhersage sowohl auf Basis des Strukturmodells als auch auf Basis der Messmodelle vornimmt. Für die Durchführung des Blindfoldings wurde der Wert für die Auslassungsdistanz *D* auf den Wert 7 festgelegt. Dieser sollte entsprechend allgemeiner Empfehlungen so gewählt werden, dass der Quotient aus der Anzahl an Datensätzen für die Modellanalyse und der Auslassungsdistanz nicht ganzzahlig ist (vgl. Hair et al., 2017, S. 176).

Insgesamt ergibt sich im vorliegenden Strukturmodell ein Q^2-Wert für das reflektiv spezifizierte Konstrukt des „Erfolgs des Technologieentwicklungsprojekts“ von 0,388. Das Kriterium der Prognoserelevanz ist somit erfüllt.

6.3.4 Evaluation der Hypothesen des Strukturmodells

Aufbauend auf der Analyse der Prüfkriterien der Messmodelle und des Strukturmodells können im Folgenden die in Kapitel 5.4 postulierten Hypothesen evaluiert werden. Die Evaluation der Hypothesen erfolgt hierzu in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden die Hypothesen zu den direkten Pfadbeziehungen im Strukturmodell geprüft. Der zweite Schritt beinhaltet die Prüfung der Mediationshypothesen.

Hypothesenprüfung der direkten Pfadbeziehungen im Strukturmodell

Die zuvor ermittelten Gütekriterien ermöglichen die Prüfung der Hypothesen zu den direkten Pfadbeziehungen des Strukturmodells. Herangezogen werden die Pfadkoeffizienten, die entsprechenden *t*-Werte sowie die f^2-Effektstärken aus Tabelle 22. Basierend auf diesen Kennwerten kann festgehalten werden, dass für neun der elf Hypothesen zu den direkten Pfadbeziehungen im Strukturmodell die formulierte Alternativhypothese (siehe Kapitel 5.4) beibehalten werden kann. Fünf der neun Hypothesen zu direkten Pfadbeziehungen sind sogar zur Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,01 signifikant. Tabelle 23 fasst die Ergebnisse zusammen.

Verworfen werden kann die Hypothese, die einen Zusammenhang zwischen dem Konstrukt der „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ und der Output-Größe „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (**$H_{5.2}$**) postuliert. Auch die Hypothese, dass ein Zusammenhang zwischen dem Konstrukt der „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ und der Prozessgröße „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (**$H_{5.1}$**) besteht, kann auf der Grundlage der hier erhobenen Daten nicht aufrechterhalten werden. Da die Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 hier nur knapp nicht erreicht werden konnte (t = 1,576), soll das Konstrukt im Rahmen der Diskussion praktischer Gestaltungsempfehlungen dennoch berücksichtigt werden.

Insgesamt vier Hypothesen zu direkten Pfadbeziehungen des vorliegenden Strukturmodells können zur Basis α = 0,05 beibehalten werden. Die betrachteten Pfadbeziehungen weisen eher geringe Effektstärken auf. Dabei handelt es sich zum einen um den als Hypothese **H_1** formulierten Zusammenhang zwischen der Prozessgröße „Qualität der Teamzusammenarbeit“ und der abhängigen Größe „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (γ = 0,199,

t = 2,111, f^2 = 0,075). Die zweite Pfadbeziehung ist der Zusammenhang zwischen dem Konstrukt „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ und dem Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (γ = 0,187, t = 2,214, f^2 = 0,025). Hypothese **$H_{2.2}$** wird deshalb weiterhin angenommen. Ein dritter signifikanter Zusammenhang besteht zwischen dem Konstrukt „Agilität der Teamstruktur“ und dem Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (**$H_{3.2}$**) (γ = 0,188, t = 2,410, f^2 = 0,029). Beibehalten wird auch die vierte Hypothese, die einen Zusammenhang zwischen dem Konstrukt „Individualagilität“ und der Output-Größe postuliert (**$H_{4.2}$**) (γ = 0,151, t = 2,027, f^2 = 0,026).

Tabelle 23: Ergebnisübersicht der geprüften Hypothesen der direkten Pfadbeziehungen.

Hypothese		Ergebnis
Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ)		
H_1	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Qualität der Teamzusammenarbeit und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Beibehalten
Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen (AOC)		
$H_{2.1}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen und der Qualität der Teamzusammenarbeit.	Beibehalten
$H_{2.2}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Beibehalten
Agilität der Teamstruktur (ATS)		
$H_{3.1}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der Teamstruktur und der Qualität der Teamzusammenarbeit.	Beibehalten
$H_{3.2}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Agilität der Teamstruktur und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Beibehalten
Individualagilität (IA)		
$H_{4.1}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den Individualagilität und der Qualität der Teamzusammenarbeit.	Beibehalten
$H_{4.2}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Individualagilität und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Beibehalten
Qualität der agilen methodischen Unterstützung (QAM)		
$H_{5.1}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Qualität der agilen methodischen Unterstützung und der Qualität der Teamzusammenarbeit.	Verworfen
$H_{5.2}$	Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Qualität der agilen methodischen Unterstützung und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Verworfen
Komplexität des Projekts (PC)		
$H_{6.1}$	Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Komplexität des Projekts und der Qualität der Teamzusammenarbeit.	Beibehalten
$H_{6.2}$	Es besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Komplexität des Projekts und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Beibehalten

Darüber hinaus können insgesamt fünf Hypothesen zur Irrtumswahrscheinlichkeit von α = 0,01 beibehalten werden. Dazu zählt der angenommene Zusammenhang (**$H_{2.1}$**) zwischen der Input-Größe „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ und der Prozessgröße „Qualität der

Teamzusammenarbeit“ (γ = 0,374, t = 6,162, f^2 = 0,189). Aufrechterhalten wird auch der postulierte Zusammenhang (**$H_{3.1}$**) zwischen dem Konstrukt „Agilität der Teamstruktur“ und der Prozessgröße (γ = 0,298, t = 5,653, f^2 = 0,133). Diese beiden Pfadbeziehungen weisen zudem die höchsten Effektstärken im Modell auf. Die Hypothese **$H_{4.1}$** kann aufgrund des gefundenen Zusammenhangs zwischen der exogenen Variable „Individualagilität“ und der endogenen Variable „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (γ = 0,138, t = 2,649, f^2 = 0,036) ebenfalls beibehalten werden. Die signifikanten negativen Pfadbeziehungen zwischen der Input-Größe „Komplexität des Projekts“ und der Prozessgröße „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (γ = -0,155, t = 2,954, f^2 = 0,070) sowie zwischen der Input-Größe „Komplexität des Projekts“ und der Output-Größe „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (γ = -0,212, t = 3,010, f^2 = 0,077) begründen die Aufrechterhaltung der Hypothesen **$H_{6.1}$** und **$H_{6.2}$**. Die drei letztgenannten Effektstärken sind dabei als schwach einzustufen.

Hypothesenprüfung der Mediationsbeziehungen im Strukturmodell

Die Prüfung der Mediationshypothesen erfolgt nach dem Vorgehen nach Zhao et al. (2010, S. 197 ff.). Mediierende Effekte in Strukturgleichungsmodellen können mithilfe der schematischen Visualisierung in Abbildung 35 erklärt werden. Die Pfadbeziehung p_3 stellt einen direkten Effekt zwischen zwei Konstrukten dar. Indirekte Effekte (hier in der Abbildung die Pfadbeziehung $p_1 \cdot p_2$) beschreiben sequenzielle Pfadbeziehungen über mindestens ein intervenierendes Konstrukt und mindestens zwei Einzelpfadbeziehungen. Der indirekte Effekt ($p_1 \cdot p_2$) beschreibt den Mediatoreffekt der Variable Y_2 auf den Zusammenhang zwischen den Variablen Y_1 und Y_3 (vgl. Hair et al., 2017, S. 196).

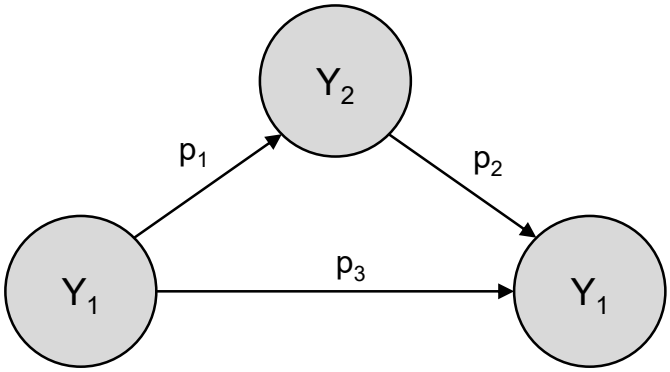


Abbildung 35: Vereinfachtes Mediatormodell in Anlehnung an Hair et al. (2017, S. 196).

Die theoretischen Ausführungen nach Zhao et al. (2010, S. 201) unterscheiden zwischen drei Arten der Mediation und zwei Arten der Nicht-Mediation, die sich über statistische Konstellationen ergeben: Eine **Nicht-Mediation mit direktem Effekt** liegt vor, wenn der direkte Effekt (p_3) signifikant und der indirekte Effekt $p_1 \cdot p_2$ nicht signifikant ist. Eine **Nicht-Mediation ohne Effekte** beschreibt die Konstellation, wenn weder der direkte noch der indirekte Effekt signifikant ist. **Komplementäre Mediation** stellt eine Art der Mediation dar und liegt vor, wenn der direkte und der indirekte Effekt signifikant sind und dabei gleiche Vorzeichen haben. Demgegenüber beschreibt die **kompetitive Mediation** den Zusammenhang, der durch direkte und indirekte signifikante Effekte mit unterschiedlichen Vorzeichen gekennzeichnet ist. Beide Me-

diationstypen beschreiben jeweils eine partielle Mediation. Als fünfte und letzte Art der Mediation liegt eine **indirekte Mediation** (oder auch vollständige Mediation) vor, wenn der indirekte Effekt signifikant und der direkte Effekt nicht signifikant ist (vgl. Hair et al., 2017, S. 198).

Im vorliegenden Modell werden fünf indirekte Pfadbeziehungen untersucht. Um die Art der Mediationseffekte für die im vorliegenden Strukturgleichungsmodell konstruierten Mediationszusammenhänge zu bestimmen, fasst Tabelle 24 die dafür notwendigen statistischen Kennwerte zusammen.

Tabelle 24: Indirekte Pfadbeziehungen im Strukturmodell.

Indirekte Pfadbeziehung im Strukturmodell	Indirekter Effekt	*t*-Wert	Art der Mediation
Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen (AOC) → Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ) → Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts (STP)	0,075	1,981**	Partielle (komplementäre) Mediation
Agilität der Teamstruktur (ATS) → Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ) → Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts (STP)	0,060	1,968**	Partielle (komplementäre) Mediation
Qualität der agilen methodischen Unterstützung (QAM) → Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ) → Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts (STP)	0,021	1,168	Keine Mediation
Individualagilität (IA) → Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ) → Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts (STP)	0,028	1,557	Keine Mediation
Komplexität des Projekts (PC) → Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ) → Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts (STP)	-0,031	1,541	Keine Mediation

* (t > 1,65, α = 10 %); ** (t > 1,96, α = 5 %); *** (t > 2,57, α = 1 %);

Legt man für die Prüfung der Mediationshypothesen eine **Irrtumswahrscheinlichkeit von α = 0,05** zugrunde, werden zwei von fünf Pfadbeziehungen signifikant. Demnach besitzt die indirekte Pfadbeziehung vom Konstrukt „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ über die Prozessvariable „Qualität der Teamzusammenarbeit“ auf das Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ einen indirekten Effekt von γ = 0,075 (t = 1,981) und beschreibt damit eine partielle, komplementäre Mediation (**$H_{2.3}$**). Auch die indirekte Pfadbeziehung vom Konstrukt „Agilität der Teamstruktur“ über die Prozessvariable „Qualität der Teamzusammenarbeit“ auf das Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (γ = 0,060, t = 1,968) begründet eine partielle, komplementäre Mediation (**$H_{3.3}$**).

Für die indirekten Pfadbeziehungen der drei Konstrukte „Individualagilität“, „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ und „Komplexität des Projekts“ über die Variable „Qualität der Teamzusammenarbeit“ auf das Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ können keine signifikanten Mediationseffekte gefunden werden. Die beiden letztgenannten Pfadbeziehungen waren lediglich zur Irrtumswahrscheinlichkeit von knapp α = 0,12 signifikant (t = 1,557 und t = 1,541). Die drei Hypothesen **$H_{4.3}$**, **$H_{5.3}$** und **$H_{6.3}$** werden damit verworfen. In Tabelle 25 sind die Ergebnisse der Hypothesenprüfung zusammengefasst.

Tabelle 25: Ergebnisübersicht der geprüften Mediationshypothesen.

Hypothese		Ergebnis
Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen (AOC)		
$H_{2.3}$	Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Beibehalten
Agilität der Teamstruktur (ATS)		
$H_{3.3}$	Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Agilität der Teamstruktur und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Beibehalten
Individualagilität (IA)		
$H_{4.3}$	Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Individualagilität und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Verworfen
Qualität der agilen methodischen Unterstützung (QAM)		
$H_{5.3}$	Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert der Zusammenhang zwischen der Qualität der agilen methodischen Unterstützung und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Verworfen
Komplexität des Projekts (PC)		
$H_{6.3}$	Die Qualität der Teamzusammenarbeit mediiert den Zusammenhang zwischen der Komplexität des Projekts und dem Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts.	Verworfen

6.3.5 Dokumentation der totalen Effekte im Strukturmodell

Als weitere hilfreiche Kenngröße für die spätere Interpretation der Ergebnisse des Strukturmodells im Hinblick auf Praxisempfehlungen sollen nachfolgend die totalen Effekte der exogenen Modellvariablen berichtet werden. Der totale Effekt beschreibt die Summe aus direktem und indirektem Effekt einer beeinflussenden Variable auf eine abhängige Größe (vgl. Hair et al., 2017, S. 170). Die berechneten totalen Effekte der exogenen Untersuchungsgrößen auf die abhängige Größe „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ für das vorliegende Strukturmodell sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Totale Effekte der exogenen Modellvariablen auf die endogene Variable „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“

Exogene Modellvariable	Totaler Effekt	*t*-Wert
Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen (AOC)	0,262	3,451***
Agilität der Teamstruktur (ATS)	0,247	3,300***
Qualität der Teamzusammenarbeit (TWQ)	0,199	2,111**
Individualagilität (IA)	0,179	2,483**
Qualität der agilen methodischen Unterstützung (QAM)	0,007	0,106
Komplexität des Projekts (PC)	-0,243	3,118***

* ($t > 1{,}65$, $\alpha = 10$ %); ** ($t > 1{,}96$, $\alpha = 5$ %); *** ($t > 2{,}57$, $\alpha = 1$ %)

Das Konstrukt **„Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“** besitzt mit γ_{total} **= 0,262** (t = 3,451***) den größten totalen Effekt auf die abhängige Variable „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“. Der direkte Effekt (ohne Mediation) beträgt γ_{direkt} **= 0,187**, der übrige Anteil wird durch die Mediation über die Prozessgröße „Qualität der Teamzusammenarbeit“ erklärt ($\gamma_{indirekt}$ **= 0,075**). Es lässt sich somit festhalten, dass das Konstrukt „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ den größten Beitrag zur Erklärung der Varianz des Projekterfolgs leistet. Das Konstrukt **„Agilität der Teamstruktur“** verfügt mit γ_{total} **= 0,247** (t = 3,300***) über den zweitgrößten totalen Effekt der exogenen Konstrukte auf den Projekterfolg. Der wesentliche Anteil des Einflusses wird dabei über den direkten Effekt in Höhe von γ_{direkt} **= 0,188** bestimmt. Die Prozessgröße **„Qualität der Teamzusammenarbeit“** besitzt mit γ_{total} **= 0,199** (t = 2,111**) den drittgrößten totalen Effekt auf die abhängige Variable „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“. Da das Konstrukt als Mediator-Variable im vorliegenden Strukturmodell dient, bestimmt sich der Einfluss des Konstrukts lediglich über den direkten Effekt. Das Konstrukt **„Individualagilität“** besitzt mit γ_{total} **= 0,179** (t = 2,483**) ebenfalls einen signifikanten totalen Effekt auf das abhängige Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“. Der direkte Effekt zwischen den Konstrukten beträgt dabei γ_{direkt} **= 0,151**, der übrige Anteil des Effekts wird über das Konstrukt „Qualität der Teamzusammenarbeit“ mediiert. Das Konstrukt **„Qualität der agilen methodischen Unterstützung“** besitzt mit γ_{total} **= 0,007** (t = 0,106$^{n.s.}$) keinen signifikanten totalen Effekt auf die abhängige Variable. Es konnte somit kein bedeutender Zusammenhang im vorliegenden Strukturmodell nachgewiesen werden. Die letzte exogene Einflussgröße ist das Konstrukt der **„Komplexität des Projekts“.** Im Gegensatz zu den vorangegangenen Einflussgrößen weist dieses Konstrukt mit γ_{total} **= -0,243** (t = 3,118***) einen bedeutenden negativen totalen Effekt auf die Output-Größe auf. Der anteilige direkte Effekt beträgt dabei γ_{direkt} **= -0,212**. Betragsmäßig besitzt das Konstrukt damit den größten direkten Effekt aller exogenen Größen auf die endogene Variable „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ im vorliegenden Strukturmodell.

6.3.6 Evaluation des Einflusses der Kontrollvariablen

Um den Einfluss spezifischer Rahmenparameter der Stichprobe auf die ermittelten Zusammenhänge zu kontrollieren, wurden eingangs vier Kontrollvariablen eingeführt und im Rahmen des Fragebogens miterhoben. Hierbei soll überprüft werden, ob die Unternehmensgröße (bezogen auf die Anzahl Mitarbeitende oder den Jahresumsatz), die Branchenzugehörigkeit, die Zuordnung zu einer spezifischen Technologieentwicklungsphase oder der im Projekt angewandte Projektmanagementansatz Einfluss auf die Ergebnisse nehmen.

Um dies zu überprüfen, wurden die Kontrollvariablen als exogene Variablen in das Strukturmodell aufgenommen und ihr Einfluss auf die abhängigen Variablen „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (TWQ) und „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (STP) untersucht. Die Kontrollvariablen „Unternehmensgröße (Anzahl Mitarbeitende)“ und „Unternehmensgröße (Jahresumsatz)“ wurden im Fragebogen als ordinal skalierte Größen erhoben. Zur Überprüfung ihres Einflusses auf das Strukturmodell wurden die ordinalen Antwortkategorien in Dummy-Variablen transformiert. Für die Variable „Unternehmensgröße (Jahresumsatz)“ wurden die beiden kleinsten Kategorien zusammengefasst, um die Gruppengröße zu vergrößern

(n=24). Die Antwortkategorie „Weiß ich nicht“ wurde aus der Prüfung ausgeklammert (n=53). Es zeigt sich, dass die Unternehmensgröße (in beiden Ausprägungsformen) keinen signifikanten Effekt ($\alpha = 0{,}05$) auf die endogenen Modellgrößen hat. Auch die resultierenden Pfadkoeffizienten weisen lediglich kleine Gewichte auf (jeweils $|\gamma| < 0{,}084$). Tabelle 27 zeigt die im Rahmen der Prüfung erhobenen Kennwerte. Auch die Antwortkategorien der beiden nominal skalierten Kontrollvariablen „Branche“ und „Phase der Technologieentwicklung“ wurden in Dummy-Variablen überführt. Zur Einflusskontrolle erfolgte allerdings eine Beschränkung auf diejenigen Kategorien, die mindestens n=20 Nennungen umfassten.

Die Prüfung der Kontrollvariable „Branche“ zeigt, dass diese keinen signifikanten Effekt auf die endogenen Variablen hat, da keine der sechs betrachteten Dummy-Variablen eine signifikante Pfadbeziehung zu einer der beiden abhängigen Größen aufweist. Zugleich sind die Gewichte der Pfadbeziehungen gering (jeweils $|\gamma| < 0{,}091$). Auch die Dummy-Variablen der Kontrollvariable „Phase der Technologieentwicklung“ besitzen keinen signifikanten Einfluss auf die abhängigen Konstrukte „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (TWQ) und „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (STP). Insgesamt kann somit kein signifikanter Effekt durch die betrachteten Kontrollgrößen auf das Strukturmodell nachgewiesen werden. Es sei jedoch angemerkt, dass die vier Dummy-Variablen der Kontrollvariablen „Phase der Technologieentwicklung“ verhältnismäßig hohe (wenn auch nicht signifikante) Pfadkoeffizienten ($0{,}117 < \gamma < 0{,}221$) und t-Werte ($1{,}227 < t < 1{,}579$) zum Konstrukt „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (TWQ) aufweisen. In nachfolgenden Studien sollte gezielter untersucht werden, ob Unterschiede in der Zusammenarbeit in den vier Phasen der Technologieentwicklung bestehen.

Die Prüfung der Kontrollvariable „Projektmanagementansatz“ ergibt, dass auch der im Projekt angewandte Projektmanagementansatz keinen signifikanten Effekt auf die abhängigen Variablen hat. Weder der Projektmanagementansatz „Klassisch“ noch die beiden Projektmanagementansätze „Agil“ oder „Hybrid“ besitzen signifikante Pfadbeziehungen zum Konstrukt „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (TWQ) oder zum Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (STP).

Tabelle 27: Kennwerte (Pfadkoeffizienten und *t*-Werte) zur Prüfung der Kontrollvariablen.

Kontrollvariablen			TWQ		STP	
		n	Pfad-koeffizient	*t*-Wert	Pfad-koeffizient	*t*-Wert
Unternehmens-größe (Anzahl MA)	Weniger als 50 Beschäftigte	26	0,021	0,651	0,015	0,470
	zwischen 50 und 250 Beschäftigten	65	-0,037	0,687	-0,012	0,223
	Zwischen 251 und 1000 Beschäftigten	96	-0,045	0,817	-0,067	1,062
	mehr als 1000 Beschäftigte	145	-0,026	0,424	-0,002	0,026
Unternehmensgröße (Jahresumsatz)	unter 2 Mio. Euro	24	-0,030	0,773	0,062	1,762*
	zwischen 2 Mio. und 10 Mio. Euro	39	-0,025	0,757	-0,084	1,407
	zwischen 10 Mio. und 50 Mio. Euro	66	0,003	0,092	-0,055	1,313
	über 50 Mio. Euro	150	-0,022	0,660	0,017	0,429
Branche	Automobil- und Kraftfahrzeugbau	60	0,022	0,538	-0,005	0,110
	Maschinenbau	55	0,044	1,234	-0,014	0,354
	Chemisch-pharmazeutische Industrie	34	0,016	0,551	-0,042	1,158
	Elektrotechnik / Elektronik / Elektrische Energietechnik	65	-0,012	0,328	0,010	0,268
	Informationstechnologie (IT)	41	-0,091	1,028	0,022	0,588
	Hochschule / Forschungsinstitut / technische Dienstleistung	45	0,035	1,335	-0,016	0,314
Phase der Techno-logieentwicklung	Forschung	73	0,117	1,227	0,033	0,491
	Vorentwicklung	52	0,221	1,211	0,029	0,342
	Technologieentwicklung (i.e.S.)	112	0,191	1,579	0,049	0,577
	Produktneuentwicklung	92	0,211	1,554	0,055	0,596
Projektmanage-mentansatz	Klassisch	129	-0,102	1,221	-0,004	0,063
	Agil	100	-0,069	1,245	0,033	0,544
	Hybrid	55	-0,071	1,540	-0,067	1,237

* ($t > 1{,}65$, $\alpha = 10$ %); ** ($t > 1{,}96$, $\alpha = 5$ %); *** ($t > 2{,}57$, $\alpha = 1$ %)

Abschließend kann als Ergebnis der Strukturmodellprüfung eine zusammenfassende Darstellung der inneren Pfadbeziehungen erstellt werden (siehe Abbildung 36).

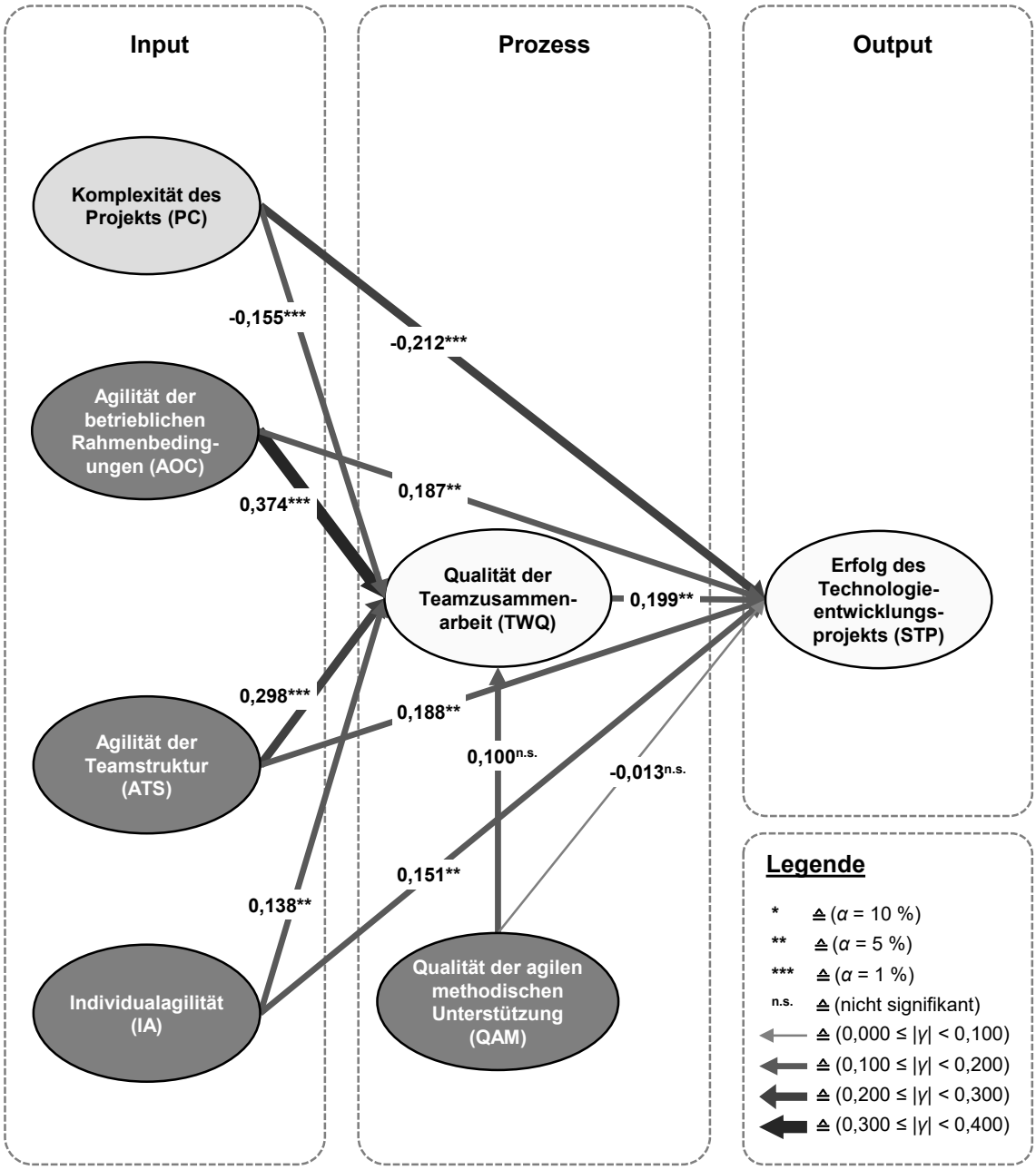


Abbildung 36: Ergebnisdarstellung der direkten Pfadbeziehungen im Strukturmodell.

6.3.7 Diskussion und Einordnung der Studienergebnisse

Mithilfe der dargelegten empirischen Ergebnisse von **Studie 4** kann die eingangs formulierte **Forschungsfrage F4** zu Wirkbeziehungen zwischen den Konstrukten zur Messung von organisationaler Agilität und der Teamzusammenarbeit bzw. dem Projekterfolg in Technologieentwicklungsprojekten beantwortet werden. Die Mehrzahl der formulierten Hypothesen, die einen direkten und indirekten Zusammenhang zwischen dem latenten Konstrukt der organisationalen Agilität und den beiden abhängigen Untersuchungsgrößen postulieren, können beibehalten werden. Insbesondere sticht heraus, dass die strukturellen Dimensionen von organisationaler Agilität einen signifikanten Effekt auf die Teamzusammenarbeit sowie den Projekterfolg haben, wohingegen für die prozessuale Dimension von organisationaler Agilität, die über das

Konstrukt der Qualität der agilen methodischen Unterstützung abgebildet wurde, kein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden konnte. Der für andere Anwendungskontexte bereits in früheren Studien gefundene Effekt der Qualität der Teamzusammenarbeit auf den Projekterfolg (als Maß für die Teamperformance) konnte mit der vorliegenden Studie auch für den Kontext der Technologieentwicklung nachgewiesen werden.

Im Weiteren wird zunächst die Zusammensetzung der Stichprobe diskutiert, bevor anschließend die Studienergebnisse unter Bezugnahme auf die bei der Studienkonzeption verwendeten Quellen inhaltlich eingeordnet und im Hinblick auf den erwarteten Erkenntnisgewinn kritisch reflektiert werden.

Diskussion der Stichprobenzusammensetzung

Die deskriptive Analyse der erhobenen Daten lässt den Schluss zu, dass die befragten Technologieentwickler*innen bzw. die von ihnen beurteilten Technologieentwicklungsprojekte die Technologieentwicklungspraxis in Deutschland sehr gut abbilden und die Stichprobe deshalb zumindest näherungsweise als repräsentativ betrachtet werden kann. Dass die Technologieentwicklungsarbeit hohen Qualifikationsanforderungen unterliegt, zeigt sich in den **Bildungsabschlüssen der Befragten**. Insgesamt 87,05% der Befragten verfügen entweder über einen Hochschulabschluss (mit oder ohne Promotion) oder über einen Meister- und/oder Techniker-abschluss. Dieser hohe Qualifikationsgrad deckt sich mit den Feststellungen einer Studie, die von der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) zum Thema Bildung und Qualifikation im deutschen Innovationssystem in Auftrag gegeben wurde (siehe Gehrke et al., 2021). Die Studie aus dem Jahr 2021 hebt die Bedeutung von hochqualifiziertem Personal für die technologische Leistungs- und Innovationsfähigkeit einer Wirtschaft hervor (Gehrke et al., 2021, S. VIII). Als hochqualifizierte Abschlüsse gelten laut der Studie akademische Berufsabschlüsse sowie Berufsabschlüsse als Techniker*in/ Meister*in oder mit vergleichbarem Niveau, insbesondere in den sogenannten MINT-Fachdisziplinen.

Ein Vergleich der in der Stichprobe vorliegenden **Geschlechterverteilung** (29,22% weiblich, 70,78% männlich) zeigt eine gute Übereinstimmung mit dem 2021 in Deutschland im Bereich Forschung und Entwicklung tätigen Personal (27,94% weiblich, 72,06% männlich) (vgl. BMBF Datenportal (2022)).

Betrachtet man die **Sektorenaufteilung** des im Jahr 2021 in Deutschland im Bereich Forschung und Entwicklung tätigen Personals, so waren 63,42% der Personen im Sektor „Wirtschaft“, 20,76% im Sektor „Hochschule“ und 15,82% im Sektor „staatliche oder private Institutionen“ tätig (vgl. BMBF Datenportal (2022)). Verglichen mit der in der Stichprobe vertretenen Sektorenaufteilung zeigt sich eine gute Übereinstimmung. Demnach waren 70,18% der Befragten im Sektor „Wirtschaft“, 15,06% im Sektor „Hochschule“ und 12,95% im Sektor „staatliche oder private Institutionen“ tätig.

In Bezug auf die **Branchenverteilung** der Stichprobe kann ebenfalls eine gute Deckung mit den innovationsstärksten, technischen Branchen in Deutschland festgestellt werden. In der Stichprobe waren in absteigender Reihenfolge die Branchen „Elektrotechnik/Elektronik/Elektrische Energietechnik“, „Automobil- und Kraftfahrzeugbau“, „Maschinenbau“, „Hochschule /

Forschungsinstitut / technische Dienstleistung“, „Informationstechnologie (IT)“ und „Chemisch-pharmazeutische Industrie“ am stärksten vertreten. Die laut Statistischem Bundesamt im Jahr 2021 innovativsten, technologischen Wirtschaftsbranchen in Deutschland (gemessen am Anteil der Innovationsaufwendungen am Gesamtumsatz der Branche) waren – ebenfalls in absteigender Reihenfolge – „Elektroindustrie“, „Fahrzeugbau“, „Technische Dienstleistungen“, „Chemie, Pharma“, „Information/Kommunikation“ und „Maschinenbau“ (siehe Statistisches Bundesamt (2021)).

Hinsichtlich der **Unternehmensgröße** zeigt sich, dass Technologieentwicklung in Deutschland insbesondere von Großunternehmen betrieben wird. Gemessen an den Innovationsausgaben im Jahr 2022 (insgesamt 180,6 Milliarden Euro) leisten Unternehmen mit über 250 Mitarbeitenden (insgesamt 151,2 Milliarden Euro; 83,72%) gegenüber Unternehmen mit weniger gleich 250 Mitarbeitenden (insgesamt 29,3 Milliarden Euro; 16,22%) einen deutlich stärkeren Beitrag zur Forschung. In der vorliegenden Stichprobe waren (nur bezogen auf die Anzahl an Projekten) Forschungsprojekte aus Unternehmen bzw. Organisationen mit über 250 Beschäftigten (n=241; 72,59%) ebenfalls deutlich stärker vertreten als Forschungsprojekte aus Unternehmen bzw. Organisationen mit weniger gleich 250 Beschäftigten (n=91; 27,41%).

In Bezug auf den in den Technologieentwicklungsprojekten zugrundeliegenden **Projektmanagementansatz** stuften diesen 30,12% der Befragten aus der Stichprobe als agil, 38,86% als klassisch und 16,57% als hybrid ein. Vergleicht man diese Verteilung mit den Ergebnissen des von der Hochschule Koblenz herausgegebenen Status Quo Agile 2019/2020 (vgl. Komus & Kuberg, 2020), so zeigen sich Abweichungen. Unter den 643 Teilnehmenden der Befragung gaben 43% an, hybride Projektmanagementformen zu nutzen, 20% arbeiten durchgängig agil und lediglich 9% nutzen durchgängig klassische Managementansätze. Weitere 28% der Befragten gaben an, in wechselnden Projekten mit agilen oder klassischen Projektmanagementansätzen zu arbeiten. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse muss allerdings an dieser Stelle mit Vorsicht bewertet werden, da sich diese Studie traditionell nicht primär an Beschäftigte aus Entwicklungsprojekten richtet und durch das offene Teilnahmeformat vor allem agilitäts-interessierte, IT-affine Teilnehmende anspricht. So ist IT- und Software-Branche mit 17% der Befragten die am stärksten vertretene Branche, gefolgt von den Branchen Automobilindustrie (11%), Banken und Versicherungen (11%), Unternehmensberatung (8%) und sonstige Dienstleistungsbranche (6%).

Einordnung der Studienergebnisse

Nachdem eingangs dieses Kapitels bereits eine zusammenfassende Antwort auf Forschungsfrage F4 gegeben wurde, sollen die empirischen Studienergebnisse nachfolgend detaillierter im Hinblick auf folgende Leitfragen diskutiert werden: Welche Referenzstudien werden bestätigt, welche nicht? Welche neuen Erkenntnisse ergeben sich aus den Ergebnissen, d.h. welche Rückschlüsse lassen sich aus den (nicht) nachgewiesenen Beziehungen zwischen den Konstrukten für den Untersuchungskontext ziehen und welche der im Rahmen der Hypothesenbildung angeführten (literaturbegründeten) Überlegungen werden bestätigt bzw. widerlegt?

Der signifikante Einfluss des Konstrukts **„Qualität der Teamzusammenarbeit“** auf den „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ deckt sich mit einschlägigen Forschungsergebnisse aus der Gruppen- und Teamforschung (vgl. Myskovszky von Myrow, 2017; Pinto et al., 1993). Übereinstimmung zeigt sich zum einen hinsichtlich der Bedeutung eines ausgeprägten Zusammenhalts, gegenseitiger Unterstützung, offener und direkter Kommunikation, einer eng abgestimmten Aufgabenkoordination, ausgeprägten Engagements der einzelnen Teammitglieder sowie der Ausgewogenheit der Beiträge für die Qualität der Teamzusammenarbeit. Zum anderen bestätigen die Studienergebnisse ebenfalls den in zahlreichen Forschungsarbeiten der Gruppen- und Teamforschung postulierten signifikanten Effekt der Qualität der Teamzusammenarbeit auf die Effizienz und Effektivität der Teamleistung (im Projekt) (vgl. u. a. Latos, 2020; Myskovszky von Myrow, 2017; Stranzenbach, 2018).

Die Studienergebnisse weisen ferner einen signifikanten direkten Einfluss des Konstrukts **„Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“** auf die Prozess- und die Output-Größe nach. Auch ein signifikanter indirekter Effekt über die Prozessgröße der Teamzusammenarbeit auf den Projekterfolg ergibt sich aus den ausgewerteten Daten. Diese Ergebnisse bestätigen damit einschlägige im Rahmen der Hypothesenbildung angeführte Referenzstudien, in denen betriebliche bzw. organisationale Rahmenbedingungen einen elementaren Bestandteil in der Gruppen- und Teamarbeit (vgl. insbesondere Denison et al., 1996; Hackman, 1987; Tannenbaum et al., 1992), aber auch in der organisationstheoretischen Betrachtung von Agilität bzw. von agilen Entwicklungsprojekten (vgl. z. B. Chow & Cao, 2008; Sherehiy et al., 2007) ausmachen. Unter Einbeziehung des Messmodells kann beispielsweise der positive Einfluss von Vertrauen und von eingeräumten Entscheidungsfreiräumen durch das Management auf den Erfolg des Projekts bestätigt werden (vgl. Gemünden et al., 2005; Sherehiy et al., 2007). Insgesamt zeigt sich, dass die agilitätsförderlichen Facetten, die auf der Ebene der betrieblichen Rahmenbedingungen verortet sind, unter allen Agilitätskonstrukten den größten Effekt aufweisen (siehe Auswertung der totalen Effekte in Kapitel Kapitel 6.3.5). Das Ergebnis unterstützt diejenigen Forschungsansätze, die die Bedeutung des betrieblichen sowie des Managemente-einflusses für organisationale Agilität hervorheben (vgl. z. B. Sheffield & Lemétayer, 2013; Tsourveloudis & Valavanis, 2002) und hierbei Einflussfaktoren u. a. in der Begrifflichkeit „Enterprise Agility“ zusammenfassen (vgl. Sherehiy et al., 2007; Yusuf et al., 1999).

Die Ergebnisse zum Konstrukt **„Agilität der Teamstruktur“** zeigen einen signifikanten Einfluss auf die abhängigen Größen der Teamzusammenarbeit sowie des Projekterfolgs. Hiermit bestätigt sich einmal mehr der in einschlägigen Forschungsarbeiten zur Gruppen- und Teamforschung postulierte positive Zusammenhang zwischen teamkompositorischen (hier insbesondere agilitätsförderlichen) Aspekten und der Teamzusammenarbeit bzw. des Projekterfolgs (vgl. Gladstein, 1984; Ilgen et al., 2005; Mathieu et al., 2019). Auch der mediierte Zusammenhang über die Prozessgröße mit dem Projekterfolg kann als partielle Mediation nachgewiesen werden. Dies bestätigt einschlägige Meta-Studien aus der Teamforschung, die zeigen konnten, dass der Effekt ausgewählter teamkompositorischer Aspekte auf die Teamleistung durch eine gute Teamzusammenarbeit verstärkt wird (vgl. z. B. Kozlowski & Bell, 2013, S. 419 ff.; Mathieu et al., 2019, S. 2 ff.). Ferner bestätigt sich unter Einbeziehung der signifikanten

Indikatorgewichte dieses Konstrukts auch das Zusammenspiel der verschiedenen als agilitätsförderlich eingestuften Einflussgrößen und damit das erstmals in dieser Arbeit theoretisch erarbeitete Verständnis einer agilen Teamstruktur.

In Bezug auf das Konstrukt **„Individualagilität“** ergibt sich ein direkter signifikanter Zusammenhang mit der Prozessgröße Teamzusammenarbeit und der Output-Größe des Projekterfolgs. Eine Mediation des Konstrukts über die Prozessgröße kann nicht nachgewiesen werden. Im Rahmen der Hypothesenformulierung wurde gezeigt, dass das Konstrukt in Forschungsarbeiten bislang überwiegend nur konzeptionell hergleitet oder im Zuge der Messskalenbildung individualisiert betrachtet wurde (vgl. z. B. Breu et al., 2002; Gunasekaran, 1999; Sherehiy et al., 2007). Ein erster modelltheoretischer Ansatz von Sherehiy und Karwowski (2014) untersuchte zwar den Einfluss verschiedener agiler Unternehmensfacetten auf die sog. „Workforce Agility“, allerdings wird das Konstrukt in der vorliegenden Forschungsarbeit erstmals in einen komplexeren Untersuchungskontext eingebettet, in dem es den Prädiktor für die abhängigen Konstrukte der Teamzusammenarbeit sowie des Projekterfolges bildet. In Kombination mit der nachgewiesenen Signifikanz der Wirkbeziehungen kann damit eine konkrete Weiterentwicklung zum bisherigen Untersuchungsstand des Individualkonstrukts (in der Literatur u. a. bekannt als „Workforce Agility“ oder „Employee Agility“) aufgezeigt werden.

Für das Konstrukt **„Qualität der agilen methodischen Unterstützung“** ergeben sich aus den Ergebnissen der Studie keine signifikanten Zusammenhänge – wenn auch im Falle der Pfadbeziehung auf das Konstrukt Teamzusammenarbeit nur knapp nicht. Somit können die zur Hypothesenbildung referenzierten Literaturquellen, die einen Einfluss des Konstrukts auf die Zusammenarbeit des Teams und den Projekterfolg nahelegen, hier nicht bestätigt werden. Im vorliegenden Strukturmodell erfüllt das Konstrukt die Rolle einer Teaminterventionsgröße. Obwohl zahlreiche Forschungsarbeiten Teaminterventionsmaßnahmen eine hohe Bedeutung für die Teamzusammenarbeit zuschreiben und einen positiven Einfluss postulieren (vgl. Kozlowski, 2018; Lacerenza et al., 2018; Tannenbaum et al., 1992), existieren bislang nur wenige empirische Nachweise über diesen Zusammenhang. Mögliche Gründe für die Nicht-Signifikanz im vorliegenden Strukturmodell können unter Umständen auch in einer nicht optimalen Zusammensetzung der Messskala des Konstrukts begründet sein. So zeigt sich bei genauerer Betrachtung der Indikatoren des Konstrukts, dass sowohl Items mit signifikant positiven Gewichten (z. B. die Items „Informationstransparenz“ und „Informationsaktualität“) als auch Items mit signifikant negativen Gewichten (z. B. die Items „Reflexion der Zusammenarbeit“ und „Kundeneinbindung“) enthalten sind. Dies liefert zum einen wertvolle Erkenntnisse in Bezug auf die Bewertung einzelner agiler Methodenbausteine aus Sicht der Technologieentwicklungsexpert*innen, bedeutet zum anderen aber auch, dass die Messung des Konstrukts multiplen Einflüssen unterliegt. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die postulierten Effekte auf Ebene des Strukturmodells nicht bestätigt werden können. Bezieht man allerdings auf Ebene des Messmodells die Indikatoren in die Diskussion mit ein, so ergeben sich aus den signifikanten Indikatorgewichten Erkenntnisse in Bezug auf die (relative) Relevanz einzelner Indikatoren für die Bedeutung des Konstrukts (u. a. die Bedeutung eines iterativen, kurzzyklischen Entwicklungsvorgehens (siehe Schmoch, 2007) oder der methodisch unterstützten In-

tensivierung des Wissensaustauschs im Projektteam (siehe Bogers et al., 2017)). Hieraus können später Hinweise für praktische Gestaltungsempfehlungen abgeleitet werden (siehe Kapitel 7).

Der Einfluss des Konstrukts **„Komplexität des Projekts“** im Strukturmodell zeigt sich über zwei signifikante direkte Pfadbeziehungen auf die Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg. Diese Beziehungen bestätigen die im Zuge der Hypothesenbildung angeführte Studienlage, die den vermuteten Einfluss von (strukturellen (z. B. die Teamgröße) und dynamischen (z. B. die Veränderlichkeit von Projektzielen)) Komplexitätscharakteristika eines Projekts auf den Projekterfolg begründete (vgl. Abankwa et al., 2019). In einschlägigen Publikationen zur Komplexitätsforschung herrscht jedoch Uneinigkeit darüber, ob die beiden Größen in einem positiven oder negativen Zusammenhang stehen (vgl. z. B. Bjorvatn & Wald, 2018). Latos (2020) kommt zu der Erkenntnis, dass Komplexität im Kontext der Gruppen- und Teamarbeit sowohl mit negativen als auch mit positiven Auswirkungen einhergeht. Andere Publikationen stellen zumeist eher einen grundsätzlichen negativen Einfluss der Projektkomplexität heraus (vgl. Vidal & Marle, 2008, Harlacher, 2021). Im vorliegenden Strukturmodell zeigt sich ein signifikanter negativer Einfluss, sowohl auf die abhängige Größe der Teamzusammenarbeit als auch auf den Projekterfolg. Dies bestätigt zunächst die zuletzt genannten Studien. Bezieht man allerdings auch die Indikatoren des formativ spezifizierten Konstrukts in die Auswertung mit ein, so zeigt sich ein heterogenes Wirkrichtungsmuster. Einzelne Items des Konstrukts besitzen signifikant positive Gewichte und Ladungen (z. B. die Items „Stakeholder-Diversität“ und „Planbarkeit“), andere Items signifikant negative Gewichte und Ladungen (z. B. die Items „Umfang an Teilaufgaben“ und „Neuheitsgrad“) hinsichtlich des zu messenden Konstrukts. Es kann somit konstatiert werden, dass das Konstrukt „Komplexität des Projekts“ auf Strukturmodellebene als Prädiktor mit negativem Vorzeichen in Erscheinung tritt. Auf Messmodellebene erfordern die heterogenen Wirkrichtungen der über die Indikatoren erhobenen Komplexitätsfacetten eine differenziertere Betrachtung und inhaltliche Auslegung (insbesondere im Hinblick auf die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen in Kapitel 7). Weitere Studien wären denkbar, die sich dezidiert der Überprüfung der Wechselwirkungen und Wirkrichtungen der einzelnen Komplexitätsfacetten widmen.

6.3.8 Inhaltliche und methodische Limitationen der Studie

Als Grenzen der Untersuchung lassen sich methodische sowie inhaltliche Aspekte anführen. Methodische Limitationen beziehen sich insbesondere auf den Prozess der Datenerhebung und die Wahl des PLS-Algorithmus. Inhaltliche Limitationen können im Hinblick auf die Stichprobenzusammensetzung, die ermittelten empirischen Kennwerte und die inhaltliche Modell- und Fragebogengestaltung diskutiert werden.

Zunächst werden Limitationen im Hinblick auf das gewählte methodische Vorgehen betrachtet. Ein erster sensibler Punkt verbirgt sich hinter dem Prozess der Datengenerierung, der bei nicht ausreichend sorgfältiger Beachtung zu verzerrten Schätzergebnissen und beeinträchtigter Aussagefähigkeit der Ergebnisse führen kann (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 353f.). Das Phänomen der **Common Method Variance** ist ein in der empirischen Forschung und insbesondere bei fragebogenbasierten Erhebungen auftretender unerwünschter Effekt, bei dem die

Varianz nicht nur (wie erwünscht) durch unterschiedliche Konstruktausprägungen erklärt wird, sondern auch einem Einfluss durch die Datenerhebungsmethode unterliegt. Die hieraus resultierende Verzerrung wird als Common Method Bias bezeichnet. Vier unerwünschte Effekte im Zuge der Datenerhebung können hierzu nachfolgend kritisch diskutiert werden (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 355).

In schriftlichen Befragungen kann eine (erste) Ursache für Verzerrungen in der Verwendung variierender Messskalen liegen. So kann ein Wechsel zwischen unterschiedlichen Skalenformaten (z. B. zwischen einer 4- und einer 6-stufigen Likert-Skala) zu inhaltlich verzerrten Antworten führen. Unter anderem fallen Korrelationen zwischen zwei Konstrukten unter Umständen unerwartet gering aus, weil verschiedene Messskalen angewendet wurden. Umgekehrt kann auch das Phänomen auftreten, dass Konstrukte, die mit derselben Messskala erhoben werden, unerwartet hohe Korrelationen aufweisen, obwohl sie kausal nicht miteinander zusammenhängen (sog. **Item Charakteristic Effect**). Auch wenn diese skalenbedingte Verzerrung nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, wurde in der Ausgestaltung des vorliegenden Fragenbogens entschieden, alle Konstrukte des Untersuchungsmodells mit einer einheitlichen Messskala zu erheben. Dies erweist sich auch aus befragungsökonomischen Gründen sinnvoll, da Skalenwechsel in nicht unerheblichem Maße den Denkaufwand bei den Teilnehmenden erhöhen und sich damit die Bearbeitungszeit für den Fragebogen erhöht.

Ein weiterer Grund für erhebungsmethodisch bedingte Verzerrungen kann im sog. **Common Rater Effect** gesehen werden. Dieser entsteht dadurch, dass in schriftlichen Befragungen eine Einzelperson Urteile zu allen untersuchten Konstrukten abgibt. Dabei kann es passieren, dass sich die Person eigene implizite Theorien über Zusammenhänge zwischen Konstrukten bildet oder versucht, möglichst konsistente Antworten zu geben (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 355f.). Ein Beispiel im vorliegenden Fall wäre, dass eine befragte Person die Zusammenarbeit im Projektteam als sehr positiv wahrgenommen hat und damit auch zu einem positiven Urteil über den Projekterfolg gelangt, obwohl dieser nachweislich oder objektiv nicht positiv war. Es würde in diesem Beispiel also eine implizite Theorie gebildet, dass eine positive Teamzusammenarbeit zu einem positiven Projekterfolg führt. Um den beiden Effekten des Konsistenzstrebens sowie der impliziten Theoriebildung vorzubeugen, wurde die Reihenfolge der Konstrukte im Fragenbogen angepasst. So wurde die Bewertung des Projekterfolgs an den Anfang des Fragebogens gestellt, um zu Beginn eine möglichst objektive und unvoreingenommene Einschätzung zum Gesamterfolg des Projekts zu erhalten, bevor im Rahmen der übrigen Konstrukte weitere Projektspezifika erhoben wurden.

Auch das Phänomen des **Item Context Effects** ist ein zu beachtender Auslöser von Verzerrungen bei der Datenerhebung, resultierend aus der Struktur des Fragebogens. Dieser Effekt entsteht, wenn der Aufbau oder die Formulierung von Fragen im Fragebogen dafür sorgen, dass ein positives oder negatives Antwortmuster bei der bzw. dem Antwortenden induziert wird (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 357). So kann beispielsweise die Nutzung negativ konnotierter Formulierungen bei der Erhebung eines Konstrukts dazu führen, dass die Bewertung des Konstrukts insgesamt negativer ausfällt. Auch die unbewusste Übertragung einer positiven oder negativen Wertung eines Konstrukts auf ein im Fragebogen angrenzend positioniertes,

inhaltlich ähnlich gelagertes Konstrukt (sog. „Priming“) kann Auslöser für Verzerrungen sein. Um diesen Effekt abzuschwächen, wurde im Fragenbogen gezielt auf möglichst neutrale Formulierungen der Items geachtet, die keine negative oder positive Assoziation induzieren. Auf die gezielte Trennung bzw. Verteilung thematisch ähnlich gelagerter Konstrukte innerhalb des Fragenbogens, wie von Kline et al. (2000, S. 357) empfohlen, wurde jedoch verzichtet, da dies zulasten der Nachvollziehbarkeit gegangen wäre.

Die vierte mögliche Ursache für das Auftreten von Verzerrungen, der sogenannte **Measurement Context Effect**, konnte für die vorliegende Erhebung weitestgehend ausgeschlossen werden. Dieser beschreibt das Auftreten eines sozial erwünschten Antwortverhaltens durch ein „Beobachtet-Fühlen“ beim Ausfüllen des Fragebogens. Durch die hier durchgeführte anonyme Online-Befragung spielt dieser Effekt nur eine untergeordnete Rolle (vgl. Weiber & Mühlhaus, 2014, S. 357 ff.).

Weiterhin kann die **Wahl der Methode** der PLS-basierten Strukturgleichungsmodellierung kritisch diskutiert werden. Zwar ermöglicht die Methode für komplexe Modelle mit überwiegend formativ spezifizierten Konstrukten eine robuste Handhabung und leicht zugängliche Analyse, allerdings stellt sie zugleich nur wenige eigene Anforderungen an die (Mess-)Modellkonzeption. So muss die vollständige konzeptionell-theoretische Herleitung des Forschungsmodells im Rahmen von qualitativen Vorstudien vorab erfolgen. In diesen muss sichergestellt werden, dass alle konstituierenden Indikatoren der formativen Konstrukte vollumfänglich erfasst werden (vgl. Hair et al., 2017, S. 20 ff.). Die Robustheit des PLS-Algorithmus führt ansonsten gegebenenfalls dazu, dass einzelne relevante Facetten trotz der Erfüllung der einschlägigen Prüfkriterien unberücksichtigt bleiben. Gleichzeitig ist es möglich, dass im Falle von sehr umfangreichen Operationalisierungen formativer Konstrukte (>10 Indikatoren) weniger relevante Einflussparameter fälschlicherweise beibehalten werden. Beide Fälle können dazu führen, dass ein Konstrukt nicht optimal erklärt wird. Kann diese Schwachstelle aber durch eine gründliche Operationalisierung der formativen Konstrukte ausgeräumt werden, bringt die Anwendung der PLS-Strukturgleichungsmodellierung eine Vielzahl an Erkenntnissen und Erklärungen existierender Wirkzusammenhänge hervor. Hierbei bieten formative Konstrukte die Möglichkeit, dass ihre Indikatoren als Einflussfaktoren im Sinne einer multiplen Regression verstanden und damit als Gestaltungshebel interpretiert werden können.

Die methodische Limitation, dass in der PLS-basierten Strukturgleichungsmodellierung (anders als bei kovarianzbasierten Verfahren) Konstrukte Aggregate beobachteter Indikatorvariablen darstellen und (unbekannte) Messfehler bei den Indikatorvariablen zu einem Bias in den Modellschätzern führen, wird als **PLS-SEM-Bias** bezeichnet (vgl. Hair et al., 2017, S. 75). Auch wenn die Fehler verhältnismäßig klein sind, kann dies zu einer Unterschätzung der Beziehungen im Pfadmodell und zu einer Überschätzung der Messmodellparameter führen. Ein ausreichend großer Stichprobenumfang, wie in der vorliegenden Studie, sorgt jedoch dafür, dass die ermittelten Schätzungen ähnlich gute Werte wie bei kovarianzbasierten Verfahren erreichen (sog. **Consistency at Large**).

Neben den methodischen Limitationen lassen sich für die vorliegende Studie auch inhaltliche Limitationen anführen. So können hinsichtlich der empirischen Ergebnisse und der ermittelten

Kennzahlen die lediglich kleinen bis mittleren **Effektstärken** der Pfadbeziehungen im Strukturmodell kritisch angemerkt werden. Diese lassen sich jedoch im Wesentlichen auf die komplexe Struktur des Untersuchungsmodells mit der Vielzahl an direkten und indirekten Pfadbeziehungen zurückführen.

Weiterhin muss kritisch erörtert werden, dass im Rahmen der Studie eine **Einzelperson** stellvertretend die Zusammenarbeitsqualität im Team und den Projekterfolg bewertet. Hierdurch können inhaltliche Verzerrungen auftreten, da die Bewertung stets nur aus der Perspektive einer Einzelperson erfolgt. Dies ist eine häufig angeführte Limitation in fragebogenbasierten Studien, die aus studienökonomischen Gründen aber akzeptiert wird.

Im vorliegenden Strukturmodell wurde der Versuch unternommen, das latente Konstrukt der organisationalen Agilität über mehrere organisationale Betrachtungsebenen in einem Modell abzubilden (siehe Kapitel 4). Um dies in der Erhebung des Strukturmodells entsprechend berücksichtigen zu können, war es erforderlich, dass die Teilnehmenden der Online-Befragung Bewertungen zu mehreren Betrachtungsobjekten (Unternehmen, Teamstruktur, Teamprozess, Individuum) vornehmen. Diese **Mehrebenen-Bewertung** ist in der Gruppen- und Teamforschung nicht selten, erfordert aus methodischer Sicht allerdings hohe Sorgfalt bei der Fragebogenkonzeption und ist daher kritisch zu diskutieren. Insbesondere lässt sich hier anführen, dass die Bewertung der Items zum Konstrukt der „Individualagilität“ stets nur in Bezug auf die eigene Person erfolgen konnte. Das Individualkonstrukt wurde anschließend mit den (natürlich ebenfalls aus der Perspektive der Einzelperson bewerteten) abhängigen Größen der Teamzusammenarbeit und des Projekterfolgs in Beziehung zu gesetzt. Hieraus ergeben sich inhaltliche Limitationen, die mithilfe gezielter anschließender Einzelstudien zu Ausschnitten aus dem hier vorliegenden Modell überprüft werden sollten.

In Bezug auf die Stichprobe kann festgehalten werden, dass diese, wie oben herausgearbeitet, eine positiv zu bewertende ausgewogene Branchenverteilung der Technologieentwickler*innen aufweist. Dies ermöglicht auf der einen Seite generalisierbare, branchenunabhängige Interpretationen der Modellergebnisse, auf der anderen Seite folgt daraus die Einschränkung, dass **branchenspezifische Besonderheiten und Dynamiken** nicht berücksichtigt werden. Branchenspezifische Unterschiede existieren beispielsweise in Bezug auf die Dauer von Technologielebenszyklen, die Innovationsdichte oder auf besondere gesellschaftliche Anforderungen an die Entwicklung (wie z. B. im Bereich der Energietechnik). Im Falle einer größeren Stichprobe hätten hier branchenbezogene Mehrgruppenvergleiche die Unterschiede in den organisatorischen Strukturen detaillierter abbilden können. Um dem Umstand der zunehmenden Zusammenarbeit in internationalen Technologieentwicklungsprojekten Rechnung zu tragen, wäre darüber hinaus zukünftig eine Erweiterung der Befragung auf internationale Teams denkbar, um geographische und kulturelle Differenzen einzubeziehen.

Damit für die Studie eine möglichst große Stichprobe generiert werden konnte, wurde zudem die Definition der Technologieentwicklung in ihrem erweiterten Verständnis zugrunde gelegt. Demnach wurden Expert*innen aus der späten (anwendungsbezogenen) Phase der Grundlagenforschung, der Vorentwicklung, der Technologieentwicklung im engeren Sinne und der Produktneuentwicklung akquiriert. Die im Rahmen der Kontrollvariablenprüfung erhobenen

Kennwerte deuten darauf hin, dass hier differenziertere, weitergehende Betrachtungen im Hinblick auf die prozessualen und strukturellen Unterschiede in den einzelnen **Entwicklungsphasen der Technologieentwicklung** sinnvoll sein könnten. Auch hier wären Folgestudien denkbar, in denen mithilfe größerer Stichproben aus jeder Entwicklungsphase dezidierte Mehrgruppenvergleiche durchgeführt werden.

Darüber hinaus wurde in der vorliegenden Studie eine allgemeinverständliche **Definition von organisationaler Agilität** zugrunde gelegt (abgeleitet aus den Interviewergebnissen), die sich auf organisationalen Gestaltungselementen begründet, die in allen Technologieentwicklungsteams vorzufinden sind. Dies ermöglichte es, dass Teams sowohl mit klassischem, agilem als auch hybridem Projektmanagementansatz an der Befragung teilnehmen konnten. Um etwaige empirische Unterschiede abhängig vom Projektmanagementansatz herausarbeiten zu können, wäre auch hier denkbar, spätere Studien bei einer entsprechenden Vergrößerung der Stichprobe je Projektmanagementansatz auf gezielte Mehrgruppenvergleiche auszulegen.

Im Rahmen der Strukturmodellprüfung konnte ferner festgestellt werden, dass das Konstrukt **„Qualität der agilen methodischen Unterstützung“** über keine signifikanten Zusammenhänge zu den abhängigen Variablen im Modell verfügt, obwohl die Ergebnisse der qualitativen Interviewstudie auf einen bestehenden positiven Einfluss durch den Einsatz agiler Methodenbausteine hindeuteten. Deswegen sollten nachfolgend verschiedene methodisch-inhaltliche Gründe für die Nicht-Signifikanz der Ergebnisse im Strukturmodell kritisch erörtert werden: Eine mögliche Ursache könnte darin liegen, dass in vielen Technologieentwicklungsteams nur eine Auswahl der angeführten Methoden- und Tool-Bausteine zum Einsatz kommt. Darüber hinaus variiert die Nutzungshäufigkeit der eingesetzten Methoden und/oder Tools. Um die Erhebung im Fragenbogen und spätere Auswertung dennoch möglichst einheitlich zu gestalten, wurde für die Indikatorerhebung im Fragebogen lediglich eine einheitliche sechsstufige Likert-Skalierung verwendet. Dies bedeutet für die Ergebnisauswertung, dass eine Gering-Bewertung eines Indikators unter Umständen nicht nur auf negative Erfahrungen (und deswegen reduzierte Nutzung eines agilen Methodenbausteins) zurückzuführen ist, sondern möglicherweise vereinzelt auch darauf, dass der agile Methodenbaustein bislang noch gar nicht adressiert wurde. Ein weiterer möglicher Grund kann in den unterschiedlichen Vorzeichen der Indikatorgewichte gesehen werden. So besitzen die Indikatoren des Konstrukts sowohl signifikant positive (z. B. Informationstransparenz, Erstellung präsentierfähiger Zwischenergebnisse) als auch signifikant negative (z. B. Retrospektiven) Indikatorgewichte. Dies lässt darauf schließen, dass die Expert*innen der Hauptstudie zu unterschiedlichen Bewertungen einzelner Indikatoren im Vergleich zu den Expert*innen aus der qualitativen Vorstudie gelangt sind. Die unterschiedlichen Wirkrichtungen wirken sich auch auf die Zusammenhänge im Strukturmodell aus. Als Limitation der vorliegenden Studie lässt sich somit festhalten, dass die Operationalisierung des Konstrukts „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ noch nicht optimal gelungen ist. Zwar liefern die Ergebnisse hilfreiche Praxiserkenntnisse für die selektive Auswahl einzelner agiler Methodenbausteine, allerdings sollte das Gesamtkonstrukt in weiteren Folgestudien noch einmal detaillierter untersucht und operationalisiert werden.

6.4 Zwischenfazit

In diesem Kapitel erfolgte die empirische Evaluation des konzipierten Teammodells. Dazu wurde zunächst in Kapitel 6.1 der Prozess der Datenerhebung und Datenbereinigung detailliert beschrieben. Von insgesamt 365 erhobenen Datensätzen konnten nach Abschluss der Datenbereinigung 332 Datensätze für die Analyse berücksichtigt werden.

Kapitel 6.2 beinhaltete anschließend Ausführungen zur deskriptiven Beschreibung der Stichprobe mit Fokus auf sozio-demographische Fakten über die Teilnehmenden sowie Daten über die betrachteten Technologieentwicklungsprojekte. Ein Abgleich mit einschlägigen Statistikquellen zur Forschungs- und Entwicklungsarbeit in Deutschland zeigte, dass die Stichprobe der vorliegenden Studie die Grundgesamtheit sehr gut abbildet und im Hinblick auf Technologieentwicklungspraxis in Deutschland als näherungsweise repräsentativ betrachtet werden kann.

In Kapitel 6.3 schloss sich die empirische Auswertung des Datenmaterials mithilfe des PLS-Algorithmus zur Strukturgleichungsmodellierung an. Im Rahmen der Prüfung der Messmodelle konnte gezeigt werden, dass die formativen und reflektiven Konstrukte dieser Arbeit die einschlägigen Prüfgrößen erfüllen. Auch das Strukturmodell erfüllte alle relevanten Kennwerte. Für neun der elf direkten Pfadbeziehungen im Strukturmodell konnten die entsprechenden Forschungshypothesen beibehalten werden. Von fünf Mediationshypothesen konnten drei aufrechterhalten werden. Die Beantwortung der **Forschungsfrage F4** erfolgte aufbauend auf den Analyseergebnissen. Es zeigte sich, dass die strukturellen Dimensionen von organisationaler Agilität einen signifikanten Einfluss auf die Teamzusammenarbeit sowie den Projekterfolg in der Technologieentwicklung haben (ergänzt um zwei signifikante Mediationszusammenhänge). Für die prozessuale Dimension von organisationaler Agilität (erhoben durch das Konstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“) ergaben sich keine signifikanten Effekte.

Die Studienergebnisse können nachfolgend zur Ableitung praktischer Gestaltungsempfehlungen verwendet werden. Als Grundlage hierzu dient das in Abbildung 37 dargestellte Strukturmodell. Aufgeführt im Modell sind jeweils die Indikatoren mit signifikanten Indikatorgewichten.

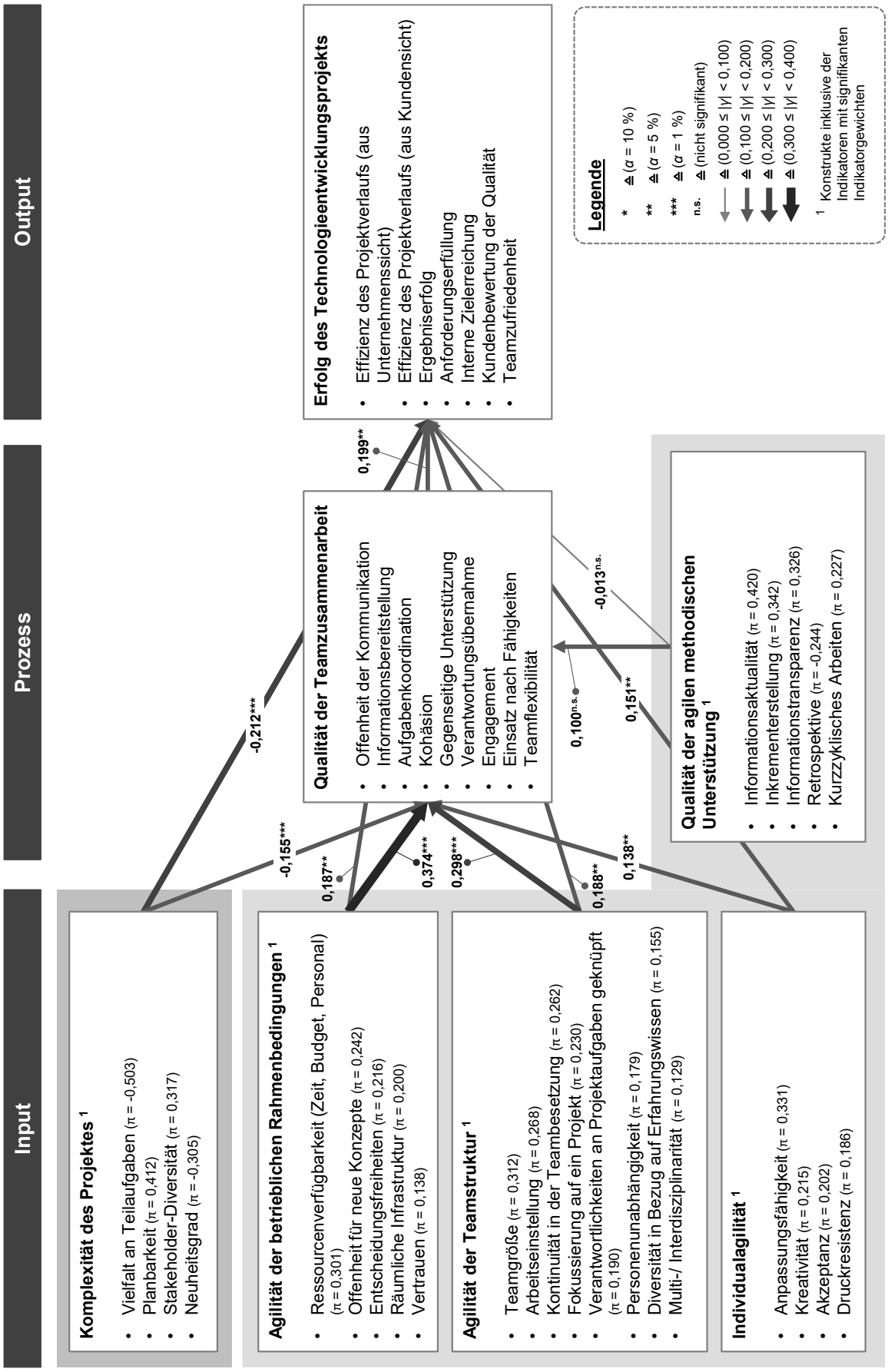


Abbildung 37: Darstellung der Modellkonstrukte inklusive der für die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen relevanten Indikatoren.

7 Gestaltungsempfehlungen zur Förderung von OA

Die empirische Evaluation der Messmodelle und des Strukturmodells erbrachte quantitative Nachweise über bestehende Effekte von organisationaler Agilität auf die Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg. Zur Beantwortung von **Forschungsfrage F5** gilt es nun aus diesen quantitativ ermittelten Wirkzusammenhängen praktisch verwertbare Erkenntnisse für die Organisationsgestaltung abzuleiten, die Technologieunternehmen im Sinne von Gestaltungsempfehlungen aufgreifen können. Die Empfehlungen zielen darauf ab, organisationale Agilität auf verschiedenen Ebenen zu fördern und eine erfolgreiche Teamarbeit in Technologieentwicklungsprojekten zu begünstigen. Im Folgenden wird zunächst kurz auf die grundlegenden Zusammenhänge des Strukturmodells eingegangen. Die Basis für die Ableitung konkreter Empfehlungen bilden allerdings die formativ spezifizierten Messmodelle und die in Abbildung 37 aufgeführten Indikatoren, sodass hier der Schwerpunkt der weiteren Ausführungen liegt.

Um die praktische Nutzung der Ergebnisse zu motivieren, werden am Ende jedes Abschnitts betriebliche Zielgruppen benannt, die an der Entwicklung und Umsetzung geeigneter Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete beteiligt werden sollten. Da die ermittelten Einflussgrößen und Stellhebel auf verschiedenen organisationalen Ebenen ansetzen, kann hier bereits die generelle Empfehlung formuliert werden, die Ableitung von Gestaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen in einen partizipativen Change-Prozess einzubetten, der neben der Formulierung gemeinsamer Ziele, auch vertiefende Analysen sowie eine fundierte Evaluation umfasst (siehe hierzu z. B. die Ausführungen von Schlick et al. (2018) zur Einführung von Gruppenarbeit oder von Zink (2015) zur Gestaltung von Veränderungsprozessen). Hinzuweisen sei an dieser Stelle noch darauf, dass die im folgenden formulierten Empfehlungen stets vor dem Hintergrund der jeweiligen betriebs- und projektspezifischen Rahmenbedingungen sowie der individuellen Voraussetzungen der Beschäftigten zu reflektieren sind.

7.1 Gestaltungsempfehlungen auf Ebene des Strukturmodells

Bei Interpretation von Zusammenhängen zwischen Konstrukten auf Strukturmodellebene sollte beachtet werden, dass statistische Zusammenhänge nicht per se als kausale Effekte interpretiert werden können. Kühnel und Dingelstedt (2014, S. 1021) führen an, dass von Kausalität nur dann gesprochen werden kann, wenn „auf eine Änderung der Ausprägung einer kausal wirkenden Variable X eine Änderung der Ausprägung der kausal beeinflussten Variable Y […] folgt“. Hierbei ist es wichtig, tatsächlich bestehende kausale Effekte von fälschlicherweise angenommenen Effekten (sog. Scheinkausalitäten) zu unterscheiden. Um zu verifizieren, ob es sich um eine Kausalität (und nicht um eine einfache Korrelation) handelt, sind ergänzende experimentelle Verfahren erforderlich, die z. B. auf einer systematischen Manipulation der beeinflussenden Größe beruhen (vgl. Kühnel & Dingelstedt, 2014). Auch wenn die Theoriebildung als Grundlage für die Modellkonzeption in der vorliegenden Arbeit fundiert auf Basis qualitativer Studien erfolgte, soll nachfolgend auf die Verwendung des Kausalitätsbegriffs zugunsten einer konservativeren Auslegung der Wirkzusammenhänge verzichtet werden. Im Folgenden wird daher der Begriff „Einflussgröße“ gewählt.

Für die Ableitung von Erkenntnissen und praktischen Empfehlungen aus dem inneren Modellteil des Strukturgleichungsmodells werden die Pfadbeziehungen zwischen den exogenen und endogenen Konstrukten betrachtet. Die moderaten bis substanziellen Bestimmtheitsmaße des Projekterfolgs und der Qualität der Teamzusammenarbeit deuten darauf hin, dass die abhängigen Größen gut durch die exogenen Modellgrößen vorhergesagt werden (siehe Tabelle 21). Aus der Betrachtung der totalen Effekte der exogenen Modellgrößen wurde zudem deutlich, dass alle exogenen Konstrukte (mit Ausnahme des Konstrukts „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“) einen signifikanten Einfluss auf den Projekterfolg haben und damit einen relevanten Beitrag zur Erklärung der Varianz leisten (siehe Kapitel 6.3.5). Sie können daher nachfolgend für die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen berücksichtigt werden. Für das Konstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ konnte zwar keine signifikante Pfadbeziehung nachgewiesen werden, dennoch weist der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen dem Konstrukt und der abhängigen Größe „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (r = 0,569) in Anlehnung an die Klassifikation nach Cohen (1988, S. 80) eine hohe Korrelation auf (siehe Tabelle 32). Dieser nicht zu vernachlässigende bivariate Zusammenhang wird als Begründung dafür herangezogen, dass das Konstrukt bei der nachfolgenden Diskussion von Praxisempfehlungen ebenfalls Berücksichtigung finden soll.

Im Hinblick auf die abhängige Größe **„Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“** kann unter Berücksichtigung des totalen Effekts (der Summe aus direktem und indirektem Effekt) der Prädikatoren festgehalten werden, dass das Konstrukt **„Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“** unter allen Prädiktoren im vorliegenden Modell die wichtigste Einflussgröße darstellt (γ_{total} = 0,262). Für eine Steigerung des Projekterfolgs sollte das Konstrukt also eine starke Priorisierung erfahren. Als zweitwichtigster Prädiktor für den Projekterfolg im vorliegenden Modell (γ_{total} = 0,247) hat sich die Einflussgröße **„Agilität der Teamstruktur“** gezeigt. Für die Praxis sollte entsprechend eine agile Konfiguration der Teamstruktur berücksichtigt werden. Die Prozessgröße **„Qualität der Teamzusammenarbeit“** besitzt mit γ_{total} = 0,199 den drittgrößten positiven totalen Effekt auf den Projekterfolg. Hiermit bestätigt sich einmal mehr, dass eine gute Teamzusammenarbeit die Basis für den Projekterfolg bzw. die Teamperformance bildet (siehe u. a. Högl, 1998). Als viertwichtigster Prädiktor mit positivem Einfluss auf den Projekterfolg (γ_{total} = 0,179) sollte die Einflussgröße der **„Individualagilität“** Berücksichtigung finden. Das Konstrukt beinhaltet zahlreiche agilitätsförderliche persönliche Eigenschaften, Fähigkeiten, Einstellungen sowie Bereitschaften der am Projekt beteiligten Technologieentwickler*innen, die für die agile Zusammenarbeit in der Technologieentwicklung von Bedeutung sind. Die „Qualität der agilen methodischen Zusammenarbeit“ besitzt im Hinblick auf den Projekterfolg lediglich einen vernachlässigbar kleinen sowie darüber hinaus nicht signifikanten totalen Effekt (γ_{total} = 0,007). Sie stellt damit keinen relevanten Prädiktor zur Vorhersage des Projekterfolgs dar. Demgegenüber kann in Bezug auf die Einflussgröße **„Komplexität des Projekts“** festgehalten werden, dass diese mit γ_{total} = -0,243 einen erheblichen negativen totalen Effekt auf den Projekterfolg besitzt und als Gestaltungsfaktor Berücksichtigung finden sollte. Für die Praxis gilt es daher im Folgenden Gestaltungsmaßnahmen abzuleiten, die geeignet sind, die wahrgenommene Projektkomplexität zu senken. Dies können sowohl Maßnahmen zur Komplexitätsreduzierung als auch zur Komplexitätsbeherrschung sein.

Im Hinblick auf die abhängige Prozessgröße **„Qualität der Teamzusammenarbeit“** kann festgestellt werden, dass die agilitätsförderlichen betrieblichen Rahmenbedingungen auch hier den wichtigsten Prädiktor darstellen (γ_{direkt} = 0,374). Um die Teamzusammenarbeit in der Technologieentwicklung also entscheidend zu verbessern, sollten die agilitätsförderlichen betrieblichen Rahmenbedingungen umfassend berücksichtigt werden. Ebenfalls bedeutsam für die Teamzusammenarbeit ist eine agilitätsförderliche Komposition des Teams. Der Prädiktor **„Agilität der Teamstruktur“** besitzt mit γ_{direkt} = 0,298 den zweitgrößten direkten Effekt auf die „Qualität der Teamzusammenarbeit“. Auch individuelle Aspekte, wie die persönlichen Charakteristika der einzelnen Technologieentwickler*innen (Prädiktor **„Individualagilität“)**, besitzen einen signifikanten Einfluss auf die Teamzusammenarbeit (γ_{direkt} = 0,138). Der Prädiktor **„Qualität der agilen methodischen Unterstützung“** besitzt zwar keinen signifikanten Einfluss auf die Teamzusammenarbeit, allerdings kann ein bedeutsamer direkter Effekt (γ_{direkt} = 0,100) in Kombination mit dem erwähnten hohen Korrelationswert (siehe oben) als Begründung dafür herangezogen werden, dass er durchaus bei der Ableitung von Gestaltungsempfehlungen Berücksichtigung finden sollte. Es zeigt sich z. B., dass einzelne methodische Elemente bzw. Tools des Prädiktors eine (signifikant) negative, andere eine (signifikant) positive Einschätzung durch die Expert*innen erfahren haben, was bei der Ableitung von Gestaltungsempfehlungen aufgegriffen werden sollte. Abschließend kann im Hinblick auf die abhängige Größe „Qualität der Teamzusammenarbeit“ festgehalten werden, dass die **„Komplexität des Projekts“** auch hier einen erheblichen negativen Einfluss hat (γ_{direkt} = -0,155). Für die Praxis sollten also Maßnahmen zur Abschwächung der wahrgenommenen Projektkomplexität in Betracht gezogen werden.

Welche Maßnahmen zur Adressierung der einzelnen Prädiktoren in Betracht kommen, wird im folgenden Unterkapitel erörtert.

7.2 Gestaltungsempfehlungen auf Ebene des Messmodells

Nachdem im vorhergehenden Kapitel die praxisrelevanten empirischen Zusammenhänge auf Strukturmodellebene diskutiert wurden, sollen nun Gestaltungsempfehlungen auf Messmodellebene zur gezielten Adressierung und Steigerung der Ausprägungen der beeinflussenden Konstrukte formuliert werden. Dazu werden die Indikatoren der formativ spezifizierten Konstrukte betrachtet.

Formativ spezifizierte latente Konstrukte zeichnen sich (anders als reflektiv spezifizierte Konstrukte) dadurch aus, dass die Beziehungen zwischen den Indikatoren und dem Konstrukt als Gewichte im Sinne einer multiplen Regressionsanalyse interpretiert werden können. Indikatoren von formativ spezifizierten Konstrukten besitzen demzufolge eine kausale bzw. vorhersagende Beziehung zu dem Konstrukt, das sie messen (vgl. Hair et al. 2017, S. 12).

Im Folgenden bilden die relevantesten Indikatoren jedes formativ spezifizierten Konstrukts die Basis für die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen. Die (relative) Relevanz eines Indikators ergibt sich aus dem jeweiligen Indikatorgewicht inklusive *t*-Wert (vgl. Hair et al., 2017, S. 129).

Im Folgenden werden diejenigen Indikatoren herangezogen, die über signifikante Indikatorgewichte verfügen. Die entsprechenden Kennwerte können Tabelle 31 entnommen werden.

7.2.1 Einflussfaktoren der „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“

Die Praxisempfehlungen für das Konstrukt „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ ergeben sich aus fünf Indikatoren, für die ein signifikantes Indikatorgewicht nachgewiesen wurde. Sie werden nachfolgend in absteigender Reihenfolge hinsichtlich der Höhe ihres Indikatorgewichts vorgestellt.

Ressourcenverfügbarkeit

Die **Verfügbarkeit personeller, technischer und finanzieller Mittel und Ressourcen** (*AOC1*) stellt den wichtigsten Stellhebel ($\pi_{AOC1} = 0{,}301$) des Konstrukts „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ dar. Der Faktor inkludiert Inhalte, die generell und auch in nicht-agilen Kontexten bedeutend für eine erfolgreiche Projektbearbeitung sind (vgl. Doolen et al., 2006). Die Ausführungen der Expert*innen im Rahmen der Interviewstudie (Kapitel 4) verdeutlichen, dass die notwendige personelle, technische und finanzielle Ausstattung eine elementare Voraussetzung für eine erfolgreiche Projektbearbeitung darstellt. Um als Team flexibel an einer technisch komplexen und innovativen Entwicklungsaufgabe arbeiten zu können, sind ausreichende finanzielle Spielräume (beispielsweise zur kurzfristigen Aufstockung des Projektbudgets) sowie die Einplanung ausreichender zeitlicher Kapazität für das Team (beispielsweise um sich bei Bedarf auch vertiefter einer Fragestellung widmen zu können) ein wichtiger Stellhebel. Ein Mangel an Ressourcen, insbesondere in Bezug auf Zeit und Budget, wird oft als Grund für das Scheitern von Entwicklungsprojekten angeführt und resultiert dabei nicht selten aus den Zielen des klassischen Projektmanagements, welche auf eine Reduktion der Kosten und eine Minimierung von Projektlaufzeiten und Personaleinsatz ausgerichtet sind (vgl. Schlick et al., 2018, S. 650). Organisationale Agilität bedeutet in diesem Kontext allerdings nicht, dass Effizienzkriterien bei der Projektsteuerung in Entwicklungsprojekten eine untergeordnete Rolle spielen. Vielmehr soll ein effizientes Projektmanagement sicherstellen, dass benötigte Ressourcen und Ausstattung in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen, um im Bedarfsfall flexibel auf kurzfristige Änderungen im Projektverlauf reagieren zu können. Der dritte Aspekt der Verfügbarkeit notwendiger technischer Ressourcen bezieht sich auf den in der Technologieentwicklung relevanten Bedarf an technischer Ausstattung. Um erfolgreich an technologischen Innovationen arbeiten zu können, bedarf es beispielsweise einer geeigneten leistungsfähigen Hard- und Software und einer geeigneten Laborausstattung.

Offenheit für neue Konzepte

Als zweitwichtigster Gestaltungsfaktor ($\pi_{AOC10} = 0{,}242$) des Konstrukts „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ wurde die **Offenheit für neue Konzepte** (*AOC10*) identifiziert. Dieser Indikator beschreibt die Offenheit der Organisation bzw. des Unternehmens für neue Methoden und Konzepte der Arbeitsorganisation (z. B. für neue Arbeitsformen) und verkörpert damit einen Kerngedanken von Agilität. Die Offenheit richtet sich dabei konkret beispielsweise an die Erprobung und Nutzung agiler Projektmanagementkonzepte. Gleichzeitig verbirgt sich hinter dem Indikator auch eine von Expert*innen im Rahmen der Interviewstudie angeführte

Aufgeschlossenheit der Unternehmensführung gegenüber betrieblichen Veränderungsprozessen, z. B. gegenüber neuen, flexibleren Zusammenarbeitsformen. Als betriebliche Adressaten für diese organisatorische Aufgeschlossenheit können zum einen die Unternehmensleitung und zum anderen auch das mittlere Management (inklusive Projektleitungen) genannt werden. Nach Arnold (2018, S. 176) stellt die „organisationale Transformationsoffenheit" einen Schlüsselfaktor für die Wandlungsfähigkeit und damit auch Fortschrittsfähigkeit eines Systems bzw. einer Organisation dar. Konkrete Maßnahmen zur Erzielung einer höheren Akzeptanz im Rahmen von organisatorischen Neustrukturierungen könnten beispielsweise in partizipativ begleiteten Einführungs- bzw. Veränderungsprozessen liegen, um mittel- und langfristig betriebliche Widerstände abzubauen und die Identifikation mit neuen Organisationsformen zu steigern (vgl. Werther, 2022, S. 21). Darüber hinaus könnte es unterstützend wirken, wenn die Aufgeschlossenheit für neue, alternative Arbeitsformen bereits vonseiten der Unternehmensleitung vorgelebt wird.

Entscheidungsfreiheiten

Den drittgrößten Stellhebel des Konstrukts (π_{AOC4} = 0,216) stellt der Faktor der unternehmensseitig gewährten **Entscheidungsfreiheiten** für das Projektteam bei kurzfristigen Anpassungsbedarfen im Entwicklungsprozess (*AOC4*) dar. In hierarchisch strukturierten Unternehmen sind Verantwortlichkeiten und Entscheidungsbefugnissen in der Regel klar festgelegt und verteilt. Dies führt dazu, dass in Entwicklungsprojekten, die hohen Unsicherheiten unterliegen und in denen regelmäßige Ziel- und Produktänderungen erforderlich werden, bürokratische, hierarchische Entscheidungsstrukturen eine nicht zu unterschätzende Ursache für Verzögerungen und Flexibilitätseinschränkungen darstellen (vgl. Broy & Kuhrmann, 2013, S. 125). Die empirischen Messmodellergebnisse bestätigen nun die hohe (relative) Relevanz der Übertragung einer erhöhten Entscheidungskompetenz an das Projektteam, um eigenverantwortlich auf kurzfristige und unvorhersehbare Änderungen reagieren zu können. Dies steigert nicht nur die Verantwortung des Projektteams für das eigene Entwicklungshandeln, sondern fördert zudem die prozessuale Flexibilität, die es gerade in von Unsicherheit behafteten Entwicklungsvorhaben benötigt. Denkbar wäre, dass das Management die Entscheidungsfreiheit an klare und nachvollziehbare Regeln zur Entscheidungsfindung knüpft. Positive Nebeneffekte einer Einräumung erweiterter Entscheidungskompetenzen (siehe auch Job Enrichment) liegen darüber hinaus in einer höheren Arbeitsmotivation sowie einer besseren Nutzung der Leistungspotenziale (vgl. Schlick et al. 2018, S. 689). Ferner konnte gezeigt werden, dass eine Steigerung der Autonomie einen positiven Einfluss auf die Kreativität und Innovationsfähigkeit des Teams besitzt (vgl. Werther 2022, S. 21).

Neben den drei genannten Stellhebeln können zwei weitere wichtige Faktoren angeführt werden. Zum einen heben die Studienergebnisse die Relevanz der **räumlichen Infrastruktur** für die Projektbearbeitung (*AOC2*) hervor (π_{AOC2} = 0,200). Hierunter werden die für die Arbeit an neuen Technologien relevanten infrastrukturellen Bedingungen (z. B. Prüfstände, Simulationsarbeitsplätze, Labore) subsumiert. Als fünftwichtigster Stellhebel (π_{AOC5} = 0,138) für organisationale Agilität auf Unternehmensebene geht aus den Ergebnissen das **Vertrauen** (*AOC5*)

hervor, welches vonseiten der Organisation bzw. des Unternehmens dem Technologieentwicklungsteam und seiner Arbeit entgegengebracht wird. Zur Stärkung dieses Vertrauens sind Maßnahmen denkbar, die darauf abzielen, den Austausch zwischen Projektteam und Management zu intensivieren oder moderierend zu unterstützen. Denn Partizipation, Kommunikation und Transparenz haben sich als förderlich für das Vertrauen in Projekten und Organisationen erwiesen, was sich wiederum positiv auf die Innovationsfähigkeit auswirkt (siehe u. a. Becke et al., 2013). Vertrauensbildend kann zudem sein, den Gegenpol von Vertrauen, die erlebte Kontrolle, gestalterisch zu adressieren und zu verringern. So empfiehlt es sich beispielsweise, Maßnahmen zu vermeiden bzw. abzubauen, die auf Kontrolle ausgerichtet sind und die Bildung von Vertrauen hemmen können (siehe u. a. Röwenstrunk & Mütze-Niewöhner, 2012).

Die Gestaltungsempfehlungen zu den Einflussfaktoren der „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“ lassen sich als projektübergreifende, langfristige Empfehlungen verstehen und richten sich insbesondere an das **Top-Management bzw. die Geschäftsführung** des Unternehmens, **Führungskräfte** aus dem Bereich der Technologieentwicklung, die betriebliche **IT, Infrastruktur- und Technikabteilung**, sowie, falls im Unternehmen vorhanden, die betriebliche **Personal- und Organisationsentwicklung**.

7.2.2 Einflussfaktoren der „Agilität der Teamstruktur“

Das Konstrukt „Agilität der Teamstruktur“ vereint verschiedene agilitätsförderliche teamkompositorische Merkmale. Die Empfehlungen für das Gestaltungsfeld Teamstruktur resultieren maßgeblich aus den insgesamt acht Indikatoren mit signifikanten Indikatorgewichten.

Teamgröße

Der wichtigste Faktor (π_{ATS1} = 0,312) wird durch den Indikator der **Teamgröße** (*ATS1*) repräsentiert. Für eine agilitätsförderliche Gestaltung der Teamstruktur sollte darauf geachtet werden, die Teamgröße auf eine übersichtliche Anzahl an Mitgliedern zu beschränken. Die Teamgröße sollte so gewählt sein, dass eine produktive Arbeitsatmosphäre erzeugt werden kann und eine effektive und effiziente Koordination sowie Bearbeitung der Entwicklungsaufgaben im Team ermöglicht wird. Bei etwa zwei Drittel (66,3%) der in der quantitativen Untersuchung befragten Teams entsprach dies einer Teamgröße von zwei bis zehn Personen (siehe Kapitel 6.2.2). Die Erkenntnisse einer branchenübergreifenden Befragung von Wheelan (2009) benennen konkret, dass Teams mit drei bis sechs Personen signifikant produktiver sind als Teams mit sieben bis zehn Mitgliedern oder elf und mehr Personen. Auch Högl (2005) weist für die von ihm untersuchten Softwareentwicklungsteams nach, dass kleinere Teams (drei bis sechs Personen) bessere Teamzusammenarbeitswerte besitzen als größere Teams (sechs bis neun Personen). Gleichzeitig weist er jedoch darauf hin, dass es keine optimale Teamgröße (Anzahl an Teammitgliedern) geben kann, da diese maßgeblich vom Aufgaben- und Projektkontext abhängig sei. Insbesondere Technologieentwicklungsprojekte, die unternehmensübergreifend bearbeitet werden, sind häufig dadurch charakterisiert, dass eine Vielzahl an Stakeholdern und Anspruchsgruppen zum erweiterten Kreis des Teams zählen und Einfluss auf das Projekt nehmen (vgl. Schuh, Klappert & Moll, 2011). So sind anspruchsvolle Ent-

wicklungsvorhaben unter Umständen in kleinen Teams nicht zu bewältigen, weil viele Disziplinen und Abteilungen eingebunden werden müssen. Bezieht man (im Vorgriff auf Kapitel 7.2.5) die Messmodellergebnisse zur Projektkomplexität in die Betrachtung ein, so stützen diese die Erkenntnis, dass die Anzahl an Stakeholdern einen relevanten Treiber für die subjektiv wahrgenommene Komplexität im Projekts darstellt. Es zeigt sich: Je mehr teaminterne und -externe Personen am Projekt beteiligt sind, umso negativer fällt die Bewertung der Teamzusammenarbeit aus. Auch wenn die Anzahl an externen Stakeholdern an Projekten in der Regel nicht beeinflussbaren Umständen unterliegt, so empfiehlt es sich dennoch, so weit möglich, das (interne) Kernprojektteam auf eine überschaubare Anzahl an Teammitgliedern zu begrenzen.

Arbeitseinstellung

Der zweitwichtigste Faktor ($\pi_{ATS8} = 0{,}268$) bei der Gestaltung der Teamstruktur ist der Aspekt der **Arbeitseinstellung** (*ATS8*). Die Ergebnisse des Strukturmodells bestätigen damit einen zentralen, bereits im Rahmen der Interviewstudie herausgestellten, agilitätsförderlichen Aspekt, der sich auf die Teamzusammensetzung mit Mitgliedern stützt, die über eine ähnliche Arbeitseinstellung verfügen. Dieser kompositorische Aspekt sollte nach Möglichkeit bereits zum Zeitpunkt der Projektinitiierung im Rahmen der Teamkomposition berücksichtigt werden. Falls dies nicht möglich ist, kann er zu Beginn des Projekts durch gezielte Maßnahmen, wie beispielsweise Strategieworkshops, adressiert werden. In solchen Workshops lassen sich mentale Modelle zur kollektiven Wirksamkeit als Team aufbauen, um die gemeinsame Gewissheit zu erwerben, dass sich alle Teammitglieder bei der Maßnahmenumsetzung für einen gemeinsamen Teamerfolg einbringen werden (vgl. Miebach 2017, S. 267). Ein weiterer möglicher Ansatzpunkt aus dem Bereich der Teamentwicklung besteht darin, die Projektleitung des Technologieentwicklungsprojekts mit der Entwicklung eines gemeinsamen Zielverständnisses sowie einer damit verbundenen und von allen Teammitgliedern getragenen Arbeitseinstellung zu betrauen. Dies kann beispielsweise über Einzelgespräche mit allen Teammitgliedern erfolgen (vgl. Polzin & Weigl, 2021, S. 13). Auch wenn die Entwicklung von gegenseitigem Vertrauen zwischen Teammitgliedern und die Ausbildung von zwischenmenschlichen Beziehungen stets sehr individuell erfolgt und abhängig von den Charakteren im Team ist, so können strukturierte Teamtrainings dennoch dabei unterstützen, die Basis für ein geteiltes Teamethos in Bezug auf die zu erledigende Aufgabe zu legen (vgl. Goodall, 2013, S. 201).

Kontinuität in der Teambesetzung

Der drittgrößte agilitätsförderliche Stellhebel auf Teamstrukturebene ($\pi_{ATS6} = 0{,}262$) liegt in der **Kontinuität der Teambesetzung** (*ATS6*). Hierbei wird – wie in mehreren Studien untersucht (siehe z. B. Kozlowski & Bell, 2013; Mathieu et al., 2008) – die Wichtigkeit betont, dass die personelle Zusammensetzung des Projektteams über den Projektverlauf Bestand hat und keinen häufigen Wechseln unterliegt. Möchte man die Teamzusammenarbeit verbessern und den Projekterfolg steigern, empfiehlt es sich daher, die Kontinuität in der Teambesetzung zu gewährleisten bzw. als klares Gestaltungsziel zu verfolgen.

Fokussierung auf ein Projekt

Ein inhaltlich ähnlich gelagerter Faktor ist der kompositorische Indikator **Fokussierung auf ein Projekt** (*ATS7*). Dieser weist die viertgrößte relative Wichtigkeit (π_{ATS7} = 0,230) aller Indikatoren des Konstrukts „Agilität der Teamstruktur“ auf und beschreibt den Gestaltungsaspekt, dass die Teammitglieder nach Möglichkeit wenige Technologieentwicklungsprojekte parallel bearbeiten sollten und damit eine Fokussierung auf ein Entwicklungsprojekt aufbauen können. Der Faktor erfährt auch durch die befragten Technologieentwicklungsexpert*innen eine hohe Gewichtung. Gleichzeitig wiesen sie im Rahmen der Interviewstudie jedoch darauf hin, dass die reale Technologieentwicklungspraxis zunehmend durch Multiprojektbearbeitung und zeitliche Restriktionen gekennzeichnet ist. Häufig werden betriebliche Wirtschaftlichkeitsanforderungen als Begründung dafür angeführt, dass eine zeitgleiche Bearbeitung mehrerer Entwicklungsprojekte unumgänglich ist. Mit der Multiprojektbearbeitung verfolgen Technologieunternehmen u. a. die Strategie, mehrere Innovationsvorhaben parallel voranzutreiben, um später unter den aussichtsreichsten Vorhaben priorisieren zu können (vgl. Lindemann, 2016, S. 54 f.). Um die Zusammenarbeitsqualität und den Projekterfolg in Technologieentwicklungsprojekten zu verbessern, empfehlen die vorliegenden Studienergebnisse jedoch eindeutig das Gestaltungsziel, die Fokussierung auf ein (oder zumindest wenige) Projekte anzustreben. Hierbei kann die Fokussierung dazu beitragen, dass die Innovationsfähigkeit steigt, was wiederum zu höherer Effektivität und Effizienz in der Projektbearbeitung führt und damit einen höheren wirtschaftlichen Erfolg verspricht.

Neben den vier genannten Gestaltungsansätzen können weitere Indikatoren als signifikante kausale Einflüsse identifiziert werden. Beispielweise hat es sich als förderlich für die Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg erwiesen (π_{ATS5} = 0,190), wenn **Verantwortlichkeiten** im Team vor allem an Projektaufgaben geknüpft sind (*ATS5*). Dieser (u. a. bereits von Sherehiy et al. (2007, S. 458) angeführte) Punkt kann dazu beitragen, die Autoritäten im Team gleichmäßiger zu verteilen und hierarchischen Teamstrukturen entgegenzuwirken. Die **Personenunabhängigkeit** (*ATS11*) stellt einen weiteren Gestaltungsaspekt dar (π_{ATS11} = 0,179) und beschreibt die Fähigkeit des Teams, Teammitglieder (z. B. bei kurzfristigen Ausfällen) fachlich vertreten zu können. Ein strukturiertes Wissensmanagement und eine geeignete fachliche Teamzusammensetzung können dazu beitragen, personenunabhängiges Fachwissen aufzubauen und durch fachliche Vertretungen keine Projektverzögerungen entstehen zu lassen. Als weitere gewichtige Gestaltungsansätze können die **Diversität in Bezug auf Erfahrungswissen** (*ATS9*) (π_{ATS9} = 0,155) und die **Multi-/Interdisziplinarität** im Team (*ATS3*) (π_{ATS3} = 0,129) angeführt werden. Im Hinblick auf Empfehlungen zur Ausgestaltung sei an dieser Stelle auf die zahlreichen Forschungsarbeiten in der Teamforschung verwiesen, die die Diversität bzw. Heterogenität in der Teambesetzung zum Untersuchungsgegenstand hatten (siehe z. B. Drach-Zahavy & Somech, 2002; Levi, 2017; Myskovszky von Myrow, 2017; Räcke, 2020).

Als Zielgruppen für die Gestaltungsempfehlungen zum Konstrukt „Agilität der Teamstruktur“ werden das **Top-Management des Unternehmens** sowie die für die Teamkomposition verantwortlichen **Führungskräfte und Projektleitende** in der Technologieentwicklung angesprochen.

7.2.3 Einflussfaktoren der „Individualagilität“

Empfehlungen im Hinblick auf die Gestaltung und Entwicklung von agilitätsförderlichen Charakteristika und Verhaltensweisen auf Individualebene können aus dem Konstrukt „Individualagilität“ abgeleitet werden. Die Empfehlungen sollen als (betriebliche) Unterstützungsangebote für die Technologieentwickler*innen verstanden werden und damit zur mittel- und langfristigen Steigerung der Arbeitsleistung sowie des mentalen Wohlbefindens bei der Entwicklungsarbeit beitragen. Infolge steigender Flexibilitäts- und Leistungsanforderungen an Arbeitnehmer*innen nehmen psychische Belastungen zu, was wiederum krankheitsbedingte Ausfälle und Leistungseinbußen zur Folge haben kann. Demzufolge rückt in der arbeitswissenschaftlichen Forschung vermehrt das Gestaltungsziel des mentalen Wohlbefindens in den Fokus (siehe z. B. Pütz et al., 2022; Rick et al., 2022). Es gilt wirkungsvolle Gestaltungsempfehlungen zu formulieren, welche sowohl der Produktivität der Beschäftigten zuträglich sind als auch eine bessere Bewältigung der mentalen Arbeitsbelastung („mental workload“) ermöglichen. Auf Basis der empirischen Modellergebnisse sollten für die Technologieentwicklungspraxis insbesondere vier Indikatoren mithilfe von Maßnahmen adressiert werden.

Anpassungsfähigkeit

Der wichtigste Gestaltungsfaktor ($\pi_{IA12} = 0{,}331$), den es zu adressieren gilt, liegt im Charakteristikum der **Anpassungsfähigkeit** in Bezug auf sich verändernde Umstände im Projektverlauf (*IA12*). Die dynamischen Rahmenbedingungen in der Technologieentwicklung erfordern eine hohe Anpassungsfähigkeit der Beschäftigten. Um diese gezielt zu adressieren und zu steigern, untersuchten Kozlowski et al. (2001, S. 59 ff.) die Eignung des Einsatzes integrierter Trainingssysteme („Integral-Embedded Training Systems“), die projektbegleitend die Ausbildung von Wissen und Fähigkeiten zur Steigerung der individuellen Anpassungsfähigkeit der Beschäftigten fokussieren. Da die Vermittlung entsprechender Inhalte stark persönlichkeitsabhängig ist und zugleich zeitintensiv sein kann, empfehlen Kozlowski et al. (2001, S. 60) ein kontinuierlich angelegtes Training, welches tätigkeitsbegleitend als integraler Teil fest in den Arbeitsplatz bzw. das Arbeitssystem integriert wird. Inhaltlich sollte in den Trainings insbesondere die Selbstregulation („Self-regulation“) des Individuums angesprochen werden, da diese essentiell für das Erlernen des Umgangs mit schwierigen, komplexen und dynamischen Situationen im Entwicklungsprojekt ist. Die drei Trainingssäulen fokussieren die Verknüpfung von themenbezogenen Informationen mit praktischer Übungsarbeit (1), das Feedback zu vergangenen Projektsituationen und das Erarbeiten von Schlussfolgerungen für zukünftige (berufliche) Situationen (2) sowie die Adressierung von motivationalen Aspekten zur Steigerung der Trainingsmotivation (3) (vgl. Kozlowski et al. 2001, S. 64).

Weitere praktische Gestaltungsansätze können in Anlehnung an Qin und Nembhard (2015, S. 55 ff.) formuliert werden: zum einen sollte bereits im Zuge der Personalrekrutierung auf das Vorhandensein entsprechender Persönlichkeitscharakteristika geachtet werden (nicht nur in Bezug auf Anpassungsfähigkeit, sondern ebenfalls in Bezug auf die anderen hoch gewichteten Attribute einer agilen Arbeitskraft), zum anderen können individuelle „Cross-Trainings“ sowie

eine multifunktionale Teambesetzung dazu beitragen, dass einzelne Teammitglieder ihr Kompetenzspektrum sukzessive erweitern und sich dadurch (indirekt) eine höhere fachliche Anpassungsfähigkeit aneignen.

Kreativität

Der zweitwichtigste Faktor ($\pi_{IA2} = 0{,}215$) des Gestaltungsfelds Individuum ist der Aspekt der **Kreativität** (*IA2*). Der Indikator beschreibt eine in der Technologieentwicklung wichtige Kompetenz, die darin liegt, im Projektverlauf kreative Lösungen u. a. für auftretende Problemen und Herausforderungen zu finden. Zur Herausbildung von Kreativität lassen sich verschiedene Gestaltungsansätze diskutieren: zum einen zeigen Studien, dass ein unterstützender und fördernder Führungsstil entscheidenden Einfluss auf die Kreativität der Beschäftigten im Projekt hat (vgl. Agars et al., 2012, S. 286; Zhou & Shalley, 2011, S. 283). Zum anderen konnte nachgewiesen werden, dass ein sozial unterstützender Arbeitskontext und die Herausbildung von (projektbezogenen) sozialen Netzwerken bzw. Beziehungen förderlich für die Generierung kreativer Ergebnisse sind (vgl. Agars et al., 2012, S. 286). Dabei liegt es nach Agars et al. (2012) in der Verantwortung der Organisation bzw. des Unternehmens, für die Beschäftigten einen Rahmen vorzugeben (in Form von Normen und Erwartungen), welcher Kreativitätsanspruch bei der Entwicklungsarbeit im eigenen Unternehmen verfolgt wird. Hierdurch wird ein gewünschtes Klima der Risikobereitschaft transportiert und Entscheidungssituationen, die im Projektverlauf auftreten, werden für das Team bzw. Individuum erleichtert (vgl. Agars et al., 2012, S. 286 f.).

Ein weiterer Gestaltungsansatz geht mit den Gestaltungsempfehlungen auf betrieblicher Ebene einher und beinhaltet die Erkenntnis, dass ein erhöhter Ressourceneinsatz (Zeit, Budget) zu einer größeren Anzahl an kreativen Ideen und Ergebnissen führt (vgl. Agars et al. 2012, S. 286 f.). Dieser Ansatz muss natürlich stets vor dem Hintergrund der betrieblich verfügbaren Rahmenbedingungen abgewogen werden. Weitere Gestaltungsvorschläge zur Kreativitätssteigerung können in auf Kreativität ausgerichteten Weiterbildungsangeboten (vgl. Werther, 2022) oder in der Definition sowie im Befolgen eines strukturierten kreativen Denkprozesses („creative thougt process“), der festgelegte Phasen durchläuft, liegen (vgl. Zhou & Shalley, 2011, S. 287). Auch ein gezieltes Training von F&E-Führungskräften zur Ausbildung innovationsfördernder sozialer Kompetenzen kann ein praktischer Ansatz sein (vgl. Werther 2022, S. 22 f.).

Akzeptanz

Als drittwichtigster Faktor ($\pi_{IA8} = 0{,}202$) wurde die **Akzeptanz** unterschiedlicher Meinungen und Herangehensweisen bei Problemlösungsfindungen (*IA8*) identifiziert. Die Ergebnisse machen damit deutlich, dass der Aspekt der Akzeptanz insbesondere für die projektbasierte Teamarbeit in der Technologieentwicklung, wo in interdisziplinären Teams an innovativen und komplexen Fragestellungen gearbeitet wird, von hoher Bedeutung ist. Da zunehmend auch in global verteilten, multikulturellen Teams zusammengearbeitet wird, stellt die Offenheit für Ideen und Herangehensweisen anderer ein wichtiges individuelles Charakteristikum dar, das nebenbei auch die eigene Job-Zufriedenheit positiv beeinflussen kann (vgl. Albrecht et al.,

2014). Um eine entsprechende Haltung bei den Teammitgliedern zu fördern, sind u. a. Maßnahmen denkbar, die bereits bei den vorher ausgeführten Faktoren genannt wurden (z. B. verstärkte Beachtung entsprechender Personal-Attribute im Rahmen des Recruiting; Formulierung eines betrieblichen Wertesystems mit gewünschten Normen und Erwartungen). Denkbar sind des Weiteren tätigkeitsbegleitende Trainings und Teamentwicklungsmaßnahmen, die die Beschäftigten gezielt beim Erlernen einer akzeptanzbasierten und respektvollen Teamzusammenarbeit unterstützen (vgl. Hayes 2013). Im Falle von stark interdisziplinär besetzten Teams sind zudem Diversity-Trainings zur Sensibilisierung und Vermeidung von Diskriminierung denkbar (vgl. Alhejji et al., 2016).

Druckresistenz

Als viertwichtigster Faktor ($\pi_{IA7} = 0{,}186$) hat sich die Fähigkeit eines*r Technologieentwicklers*in hervorgetan, mit Drucksituationen im Projektverlauf gut umgehen zu können (**Druckresistenz** (*IA7*)). Da dieser Faktor die psychische Widerstandsfähigkeit der Teammitglieder gegenüber anspruchs- bzw. stressvollen Projektsituationen beschreibt und damit einen wichtigen Bestandteil von Resilienz aufgreift (vgl. Al-Faouri et al., 2014), bieten sich Maßnahmen zur Steigerung der individuellen Resilienz an, um die Individualagilität positiv zu beeinflussen. Aktuelle Forschungserkenntnisse deuten darauf hin, dass die individuelle Resilienz ein dynamisches Konstrukt ist und aktiv durch Interventionen bzw. Training gestärkt werden kann (Linz et al., 2020, S. 11). Welche Maßnahmen konkret dazu geeignet sind, bestimmte Resilienz-Facetten anzusprechen, ist bislang erst wenig systematisch untersucht (vgl. Linz et al., 2020, S. 11 f.). Erste Erkenntnisse deuten darauf hin, dass soziale Unterstützung am Arbeitsplatz durch Führungskräfte und Teammitglieder zur Steigerung der Resilienz respektive Druckresistenz beiträgt. Hierzu zählt beispielsweise die Möglichkeit, sich in informellen Gesprächen und über Feedback von außen über herausfordernde Arbeitserfahrungen auszutauschen (vgl. Hartmann et al. 2020, S. 10). Eine indirekte Gestaltungsmaßnahme, die dazu führt, dass der individuell wahrgenommene Druck gar nicht erst so stark anwächst, kann in dem teamstrukturellen Ansatz gesehen werden, die Verantwortung für anspruchsvolle Aufgaben bereits konsequent auf mehrere Projektteammitglieder zu verteilen. Ein starkes soziales (projektbezogenes) Netzwerk wirkt sich ebenfalls positiv auf die individuelle Resilienz aus (vgl. Hartmann et al. 2020, S. 10). Auch die Rolle von Trainings- und Qualifizierungsangeboten für Führungskräfte zur Erlernung eines resilienzfördernden Führungsstils wird als praktischer Gestaltungsansatz diskutiert (vgl. Stowasser und Peschl 2019, S. 143 ff.).

Es kann abschließend festgehalten werden, dass die aus dem Konstrukt „Individualagilität“ resultierenden Gestaltungsmaßnahmen z. B. über die Personalauswahl und Personalentwicklungsprogramme adressiert werden können, da die hier diskutierten Indikatoren insbesondere persönlichen Eigenschaften, Fähigkeiten, Einstellungen sowie Bereitschaften einzelner Technologieentwickler*innen beschreiben. Zielgruppe dieser Gestaltungsmaßnahmen sind die **Technologieentwickler*innen** selbst, **Führungskräfte und Projektleitende aus dem Bereich der Technologieentwicklung** oder die betriebliche **Personal- und Organisationsentwicklung**.

7.2.4 Einflussfaktoren der „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“

Um Gestaltungsempfehlungen hinsichtlich der Tool- und Methodenunterstützung bei der Technologieentwicklungsarbeit abzuleiten, werden nachfolgend die Ergebnisse des Konstrukts „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ betrachtet. Auch wenn für das Konstrukt im Strukturmodell keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden konnten, so besitzt es dennoch eine hohe Korrelation zum Konstrukt „Qualität der Teamzusammenarbeit“ (r = 0,569) und einen mittleren Korrelationswert zum Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ (r = 0,424). Daher wurde entschieden, auch für das Konstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ praktische Gestaltungsempfehlungen abzuleiten. Nachfolgend soll anhand der Messmodellergebnisse diskutiert werden, welche agilen Methodenbausteine für den Einsatz in der Technologieentwicklungspraxis als positiv oder negativ eingeschätzt werden. Fünf relevante Indikatoren können diskutiert werden:

Informationsaktualität

Der größte Stellhebel des Konstrukts „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ (π_{QAM10} = 0,420) liegt im Indikator **Informationsaktualität** (*QAM10*). Dieser Aspekt umfasst Methoden und Tools, die das Team dabei unterstützen, sich während der Projektarbeit thematisch und fachlich auf dem aktuellen Stand zu halten. Die hohe Gewichtung dieses Faktors unterstreicht die Bedeutung der Verfügbarkeit aktueller Daten und Informationen für die Technologieentwicklungsarbeit. Gleichzeitig tritt mit diesem Indikator ein wichtiger Aspekt in den Vordergrund, der insbesondere auch bei den meisten agilen Methoden sowie im agilen Manifest als relevante Zielgröße adressiert wird (siehe z. B. Cockburn, 2003, S. 12 ff.; Pichler, 2013, S. 7 ff.).

Die Bereitstellung und das Teilen von Informationen sind zentraler Bestandteil des Wissensmanagements. Ein funktionierendes Wissensmanagement unterstützt das Team nicht nur bei der Umsetzung des Tagesgeschäfts („Stabilisator“), sondern leistet im Sinne von organisationaler Agilität einen Beitrag dazu, dass unter turbulenten sowie komplexer werdenden Bedingungen Lernprozesse angestoßen und dynamische Fähigkeiten herausgebildet werden („Dynamisierer“) (vgl. North, 2018, S. 7). Praktische Gestaltungsansätze zur Sicherstellung von Informationsaktualität können entweder methodisch oder toolbasiert sein. Methodische Unterstützungsformate, die den Wissensaustausch fördern sollen, (z. B. Wissensmarkt, Lernreise, Einsatz von sog. Wissensmanagern) bedingen i. d. R. weitreichende Interventionen (siehe Umsetzungsempfehlungen in North und Haas (2014, S. 53 ff.)). Als toolbasierte Unterstützung bieten Wissensmanagementplattformen verschiedene Lösungsansätze, um den Daten- und Informationsfluss innerhalb des Projektteams sicherzustellen. Das Wissensmanagement für eine „agile und schlanke“ Organisation sollte sich nach North (2018, S. 9) auf erfolgskritische Inhalte beschränken, sollte die Inhalte so aufbereiten und verfügbar machen, dass das Wissen zu späteren Zeitpunkten auch ohne zusätzliche Interventionen verstanden werden kann, und sollte sich nah an den Wertschöpfungsprozessen orientieren, um eine schnelle Unterstützung zu bieten.

Weiterhin inkludiert die Informationsaktualität auch die kontinuierliche Zugänglichkeit zu aktuellen Informationen außerhalb des Projekts bzw. des Unternehmens. Dazu können beispielsweise die Mitwirkung in Fach- und Forschungsnetzwerken oder die Beteiligung in Forschungskooperationen mit Universitäten gezählt werden, mithilfe derer sich das Unternehmen und insbesondere das Projektteam zu einschlägigen Fachthemen laufend informieren kann.

Inkrementerstellung

Der zweitwichtigste Stellhebel ($\pi_{QAM5} = 0{,}342$) ist die **Inkrementerstellung** (*QAM5*). Dieser Faktor umfasst den Einsatz von Methoden und Tools zur Erstellung präsentierfähiger Teilergebnisse und Projektzwischenstände. Die regelmäßige Erstellung von Inkrementen stellt ein Kernelement agiler Methoden dar (vgl. z. B. Abrahamsson et al. 2002; Schwaber 2007; Sommer et al. 2015) und wurde auch von den Expert*innen im Rahmen der Erarbeitung des Konzepts zur organisationalen Agilität in der Technologieentwicklung als agilitätsförderlicher methodischer Baustein angeführt (siehe Kapitel 4.2.4). Für die Umsetzung bzw. Anfertigung von Inkrementen haben sich in der Entwicklungspraxis verschiedene methodische Ansätze etabliert, deren Anwendbarkeit maßgeblich vom Technologietypen und vom Technologiereifegrad abhängig ist. Je nach Entwicklungsobjekt und Entwicklungsstadium können Inkremente als Funktions- oder Prinzipskizzen, virtuelle (Simulations-)Modelle, verfahrenstechnische Aufbauten oder als (physische) Produkt-Mockups, die mittels Verfahrens des Rapid Prototypings erstellt wurden, realisiert werden (siehe z. B. Bauer und Dangelmaier 2016, S. 939 ff.; Schmutzler et al. 2016, S. 954 ff.). Die Idee hinter der Inkrementerstellung ist, dass frühzeitig eine gemeinsame und partizipativ getragene Vorstellung (in Form eines Demonstrators) vom angestrebten Entwicklungsergebnis entwickelt wird, die dann ggfls. auch mit (potenziellen) Kunden oder anderen projektexternen Stakeholdern zurückgekoppelt werden kann (vgl. Petersen & Wohlin, 2009; Pichler, 2013). Zugleich können Entwicklungszwischenstände schneller bewertet und Limitationen sowie Verbesserungsmöglichkeiten zeitig identifiziert werden.

Informationstransparenz

Den drittwichtigsten Stellhebel ($\pi_{QAM3} = 0{,}326$) stellt der Faktor der **Informationstransparenz** (*QAM3*) dar. Dieser erfasst den Einsatz von Methoden und Tools zur Schaffung von Informationstransparenz im Projektteam. Um Informationstransparenz zu realisieren, lassen sich für die betriebliche Praxis verschiedene Ansätze diskutieren, die sich in Teilen mit den praktischen Gestaltungsempfehlungen zum Indikator **Informationsaktualität** decken. Die transparente Darstellung aller im Technologieentwicklungsprojekt benötigten Informationen und zu erledigenden Aufgaben stellt einen Kernbestandteil des agilen Entwicklungskonzepts dar. Praktisch wird es in existierenden agilen Methoden unterschiedlich umgesetzt. Räumliche Maßnahmen, wie das Konzept des „Open Workspace“, welches Möglichkeiten zum barrierefreien (informellen) Austausch im Projektteam schafft, oder methodische Ansätze, wie Kanban-Boards zum kontinuierlichen Prozess-Monitoring, sind Beispiele zur Unterstützung der Transparenz im Projekt (siehe z. B. Abrahamsson et al. 2002, S. 25; S. 43).

Retrospektive

Den viertwichtigsten Stellhebel (π_{QAM2} = -0,244) beschreibt der Aspekt der **Retrospektive** (*QAM2*). Dieser umfasst den Einsatz von Methoden und/oder Tools zur (kritischen) Reflexion der Zusammenarbeit im Projektteam. Im Gegensatz zu den drei erstgenannten Indikatoren weist dieser Indikator ein negatives Vorzeichen auf. Das methodische Element der Retrospektive ist Bestandteil zahlreicher agiler Methoden und erfüllt dabei eine wichtige Funktion zur kontinuierlichen Verbesserung der Zusammenarbeit, beispielsweise in verteilten Entwicklungsteams (vgl. Dühr et al. 2021, S. 3071 ff.). Trotzdem weisen die Ergebnisse im vorliegenden Kontext der Technologieentwicklung einen negativen Einfluss des Einsatzes von Methoden bzw. Tools zur kritischen Reflexion des Teamprozesses auf die „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ auf. Die Gründe für diesen negativen Zusammenhang können vielfältig sein. Eine mögliche Ursache kann darin liegen, dass im Rahmen einer kritischen Reflexion der Zusammenarbeit mitunter auch Kritik an einzelnen Teammitgliedern geübt wird, die von den Betroffenen als persönlicher Angriff gedeutet wird. Werden solche Prozesse nicht professionell moderiert, kann es leicht zu Konflikten auf der Beziehungsebene kommen, die das Teamklima und den Projekterfolg negativ beeinflussen können. Das Fehlen von Moderationsfähigkeiten (z. B. infolge einer unzureichenden Berücksichtigung bei der Qualifizierung dafür verantwortlicher Personen, wie z. B. Scrum-Mastern) kann auch Ursache dafür sein, dass die potenziellen positiven Effekte von Retrospektiven bislang in der Praxis gar nicht spürbar geworden sind und sie deshalb als ineffizient und ineffektiv beurteilt werden. Ob für das kritische Urteil der Befragten tatsächlich gemachte negative oder eher fehlende positive Erfahrungen ausschlaggebend waren, kann auf der Grundlage der Untersuchung letztlich nicht beantwortet werden.

Kurzzyklisches Arbeiten

Als weiterer bedeutender Stellhebel (π_{QAM8} = 0,227) kann der Faktor „**kurzzyklisches Arbeiten**“ (*QAM8*) angeführt werden. Das zugehörige Item erhebt den Einsatz von Methoden und Tools zur Planung und Durchführung von kurzen und zeitlich definierten Arbeitsphasen im Projekt und adressiert damit einen weiteren zentralen Baustein agiler Methoden. Der agile Entwicklungsprozess selbst zeichnet sich durch ein kurzzyklisches Vorgehen aus, bei dem Entwicklungsumfänge in Iterationen bearbeitet werden. Die Dauer bzw. Länge der einzelnen Arbeitsphasen kann je nach agiler Methode variieren (vgl. Abrahamsson et al. 2002). Eine Iterationseinheit bei Scrum (sog. Sprint) ist beispielsweise auf 30 Tage festgelegt (Schwaber, 2007, S. 138). Im vorliegenden Fall wurde kein konkreter Zeitrahmen erhoben, sondern lediglich, ob im Projekt der methodische Ansatz einer Projektbearbeitung in zeitlich definierten Phasen Anwendung fand. Die Empfehlung konkreter Zeiträume für eine kurzzyklische Technologieentwicklungspraxis ist daher nicht ohne weiteres möglich. Hinzu kommt, dass die hohe Individualität von Technologieentwicklungsprojekten (insbesondere hinsichtlich Art und Reifegrad der Technologie) sowie variierende Projektrahmenbedingungen eine individuelle Ausgestaltung erfordern. Es empfiehlt sich daher eine Erprobung, welcher zeitliche Rahmen (beispielsweise in einem 2-Wochen-, 4-Wochen- oder 6-Wochen-Turnus) am besten zu den eigenen Anforderungen passt.

Als Zielgruppe der Empfehlungen zum Konstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ können das **Technologieentwicklungsteam**, betriebliche **Methoden-Expert*innen** oder die betriebliche **IT-, Infrastruktur- oder Technikabteilung** angeführt werden.

7.2.5 Einflussfaktoren der „Komplexität des Projekts“

Im Gegensatz zu den anderen unabhängigen agilitätsbezogenen Modellgrößen handelt es bei der Projektkomplexität weniger um eine arbeitsorganisatorische Einflussgröße. Vielmehr erhebt das Konstrukt verschiedene (externe) Rahmenbedingungen, denen die Projektbearbeitung unterliegt und die nicht (oder nur eingeschränkt) durch das Projektteam beeinflusst werden können. Eine aktive Verringerung der Ausprägung der Projektkomplexität ist durch das Management bei der Projektinitiierung oftmals nur insofern möglich, als dass Maßnahmen ergriffen werden können, die zur Abschwächung der durch die Rahmenbedingungen induzierten komplexitätsverursachenden Projektcharakteristika dienen können. Grundsätzlich sind betrieblich angelegte Programme denkbar, mit denen Technologieentwicklungsteams auf die anspruchsvollen und herausfordernden Bedingungen (hoher Unsicherheitsgrad, wechselnde Entwicklungsanforderungen, dynamische Ziele) vorbereitet werden.

Im Folgenden sollen daher Abschwächungsmaßnahmen erörtert werden, die aus den relevanten Indikatoren des Konstrukts resultieren. Es zeigt sich, dass das Konstrukt sowohl Indikatoren mit positiven Vorzeichen als auch Indikatoren mit negativen Vorzeichen umfasst. Ein negatives Vorzeichen ist dabei in Anlehnung an Latos (2020, S. 159) nicht automatisch als Komplexitätshemmnis oder komplexitätsreduzierend zu interpretieren. Vielmehr kann die Interpretation stets nur im Hinblick auf das zugeordnete Konstrukt erfolgen. Für das vorliegende Konstrukt „Komplexität des Projekts“ bedeutet dies, dass ein formatives Item mit einem signifikant negativen Indikatorgewicht zwar die wahrgenommene Projektkomplexität in der vorliegenden Studie senkt, allerdings nicht als Komplexitätshemmnis im Allgemeinen interpretiert werden kann. Im Folgenden werden vier Indikatoren mit signifikanten Gewichten diskutiert.

Aufgabenvielfalt

Der einflussreichste Indikator des Konstrukts „Komplexität des Projekts“, die **Aufgabenvielfalt** im Projekt (*PC1*), besitzt ein negatives Indikatorgewicht (π_{PC1} = -0,503). Aus interpretatorischer Sicht bedeutet dies, dass eine größere Aufgabenvielfalt einen reduzierenden Einfluss auf die wahrgenommene Projektkomplexität hat. Dies scheint auf den ersten Eindruck gegensätzlich zur ursprünglich erwarteten Indikator-Konstrukt-Beziehung. Bei genauerer Betrachtung können jedoch mögliche Erklärungsmuster abgeleitet werden. Ungeachtet des Vorzeichens lässt sich zunächst festhalten, dass die Aufgabenvielfalt die wahrgenommene Komplexität eines Projekts entscheidend mitbestimmt. Bezieht man das Vorzeichen in die Interpretation mit ein, zeigt sich jedoch, dass ein höherer Umfang an Teilaufgaben die wahrgenommene Komplexität senkt. Ein Projekt gilt somit in der Bearbeitung als anspruchsvoller, wenn es aus weniger Teilaufgaben besteht. Ein möglicher Grund für diese Bewertung könnte sein, dass in der Technologieentwicklungspraxis eine höhere Vielfalt an Teilaufgaben mit einem höheren Grad an Detailliertheit und somit Klarheit des Vorgehens im Projekt assoziiert wird. Aus je mehr Teilaufgaben ein Projekt besteht, desto ausgewogener lassen sich zudem die Aufwände im Team

verteilen, was wiederum einen wichtigen Faktor für eine gute Teamzusammenarbeit darstellt. Für die betriebliche Praxis lässt sich somit zusammenfassend ableiten, dass der Teilaufgabenumfang einen wichtigen Stellhebel darstellt. Um die wahrgenommene Komplexität eines Projekts zu reduzieren, kann es hilfreich sein, die zu erledigende Entwicklungsaufgabe in (viele) Teilaufgaben zu untergliedern. Nichtsdestotrotz sind dies lediglich Erklärungsversuche, die forschungsseitig weitere empirische Analysen erfordern.

Planbarkeit

Der zweitwichtigste Einflussfaktor (π_{PC6} = 0,412) auf die (subjektiv wahrgenommene) Projektkomplexität ist der Faktor der **Planbarkeit** (*PC6*). Dieser Aspekt erhebt, inwiefern Schwierigkeiten bei der Vorausplanung von Projekten zum Beispiel in Bezug auf das Vorgehen bestehen. Das hohe positive Indikatorgewicht macht deutlich, dass schwierige Planbarkeit einen der Haupteinflussfaktoren auf die wahrgenommene Komplexität in Technologieentwicklungsprojekten darstellt. Da es sich bei diesem Indikator zumeist um eine aus den jeweiligen Projektumständen resultierende Rahmenbedingung handelt, können arbeitsorganisatorische Maßnahmen hier lediglich dem Zweck dienen, die Auswirkungen des jeweiligen Komplexitätsaspekts abzuschwächen. Zum einen können mithilfe eines systematischen Risikomanagements Wahrscheinlichkeiten abgeschätzt, Risiken abgeschwächt und Aufwände im Projekt kalkuliert werden (vgl. Ebert, 2013). Zum anderen ist denkbar, mit Hilfe von Supervisionen oder Teamcoachings Veränderungen am Mindset im Team anzuregen, so dass Unsicherheiten im Projekt positiv angenommen und weniger belastend wahrgenommen werden. Hierbei können auch positive Erfahrungen des Teams aus vergangenen Projekten hilfreich sein und zum Selbstvertrauen beitragen. Derartige Erfahrungen können durch eine geeignete Moderation im Rahmen von Retrospektiven oder Lessons-Learned-Workshops verstärkt werden.

Diversität der Stakeholder

Die **Stakeholder-Diversität** (*PC5*) stellt den drittgrößten Einflussfaktor (π_{PC5} = 0,317) auf die (subjektiv wahrgenommene) Projektkomplexität dar. Dieser Indikator erfasst, inwiefern sich die am Projekt beteiligten Stakeholder durch unterschiedliche Interessens- und Zielvorstellungen auszeichnen. Ähnlich zum Indikator der Planbarkeit stellt auch die Stakeholder-Diversität einen nur indirekt beeinflussbaren Faktor dar. Als potenzielle Empfehlung kann dennoch ausgesprochen werden, nach Möglichkeit die Anzahl an Stakeholdern, die aktiv Einfluss auf das Projekt nehmen oder Anforderungen formulieren, gering zu halten. Ist dies nicht möglich, empfiehlt sich durch geeignete Maßnahmen des Stakeholder-Managements die Einflussnahme zumindest derart zu strukturieren, dass beispielsweise etwaige gegensätzliche Entwicklungsanforderungen vor der Überstellung an das Projektteam ausgeräumt werden.

Neuheitsgrad

Der viertgrößte Einflussfaktor (π_{PC8} = -0,305) auf die (subjektiv wahrgenommene) Projektkomplexität ist der Indikator **Neuheitsgrad** (*PC8*). Dieser erhebt den Neuheitswert des Forschungsfelds, in dem das Projekt verortet ist. Auch dieser Einflussfaktor besitzt dabei, entgegen der vorab formulierten Erwartung, ein negatives Vorzeichen. Demnach führt ein höherer Neuheitsgrad des Forschungsfelds zu einer geringer wahrgenommenen Projektkomplexität.

Gründe für diese Richtung des Zusammenhangs können vielfältig sein und lassen sich an dieser Stelle nicht abschließend bestimmen. Denkbar ist, dass der Neuheitsgrad des Projekts nicht als belastend wahrgenommen wird, sondern im Gegenteil mit einer höheren Motivation und damit auch Leistungsbereitschaft assoziiert wird. In der arbeitswissenschaftlichen Komplexitätsforschung existieren bereits theoretische und empirische Arbeiten, die den Zusammenhang zwischen der individuell wahrgenommenen Komplexität und der Motivation bzw. Arbeitsleistung einer Arbeitsperson untersuchen. Die Theorie differenziert hierbei zwischen der sogenannten Dys-Komplexität, die zu Stress aufgrund von Überforderung (oder auch Unterforderung) und Demotivation führt, und der sogenannten Eu-Komplexität, einer positiv wahrgenommenen Komplexität (guter Stress), die motivations- und leistungssteigernd wirkt (vgl. Dalhöfer und Prieß 2012, S. 87 ff.; Latos, 2020, S. 75). Weil die arbeitswissenschaftliche Komplexitätsforschung diesbezüglich noch nicht als abgeschlossen gelten kann, kann für den vorliegenden Fall nur vermutet werden, dass der Neuheitsgrad eines Technologieentwicklungsprojekts der Eu-Komplexität zugezählt werden kann und damit eine motivationssteigernde Wirkung auf die Beteiligten hat.

Die für das Konstrukt „Komplexität des Projekts“ diskutierten Maßnahmen betreffen insbesondere die Gestaltung des **Projekts und der Aufgaben** in der Technologieentwicklung. Als Zielgruppe können daher das **Management** des Unternehmens, **Führungskräfte und Projektleitende** in der Technologieentwicklung und das **Technologieentwicklungsteam** selbst genannt werden.

7.3 Zwischenfazit

In den beiden vorangegangenen Teilkapiteln 7.1 und 7.2 wurden die wesentlichen Einflussgrößen und Stellhebel zur Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für die Praxis diskutiert. Die Diskussion orientierte sich an den Konstrukten, die in der zuvor beschriebenen empirischen Studie erhoben wurden. Der Fokus lag dabei auf den relevantesten Indikatoren (mit signifikanten Gewichten) der formativ spezifizierten Modellkonstrukte. Als Ergebnis konnten zahlreiche Empfehlungen für die Förderung organisationaler Agilität abgeleitet werden, die auf allen drei organisationalen Ebenen (Unternehmen, Team, Individuum) ansetzen. Die Empfehlungen auf Teamebene betreffen drei Gestaltungsbereiche: die Teamstruktur, das Projekt und die damit verbundenen Aufgaben sowie die eingesetzten Methoden und Tools.

Um die praktische Verwertbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen, bietet es sich an, die Empfehlungen in einer strukturierten Übersicht zusammenzuführen (siehe Abbildung 38). Die Übersicht kann von den benannten Zielgruppen genutzt werden, um vor dem Hintergrund der jeweils vorherrschenden betrieblichen Bedingungen und Voraussetzungen einen partizipativen Change-Prozess zu initiieren und geeignete Maßnahmenpakete zu definieren.

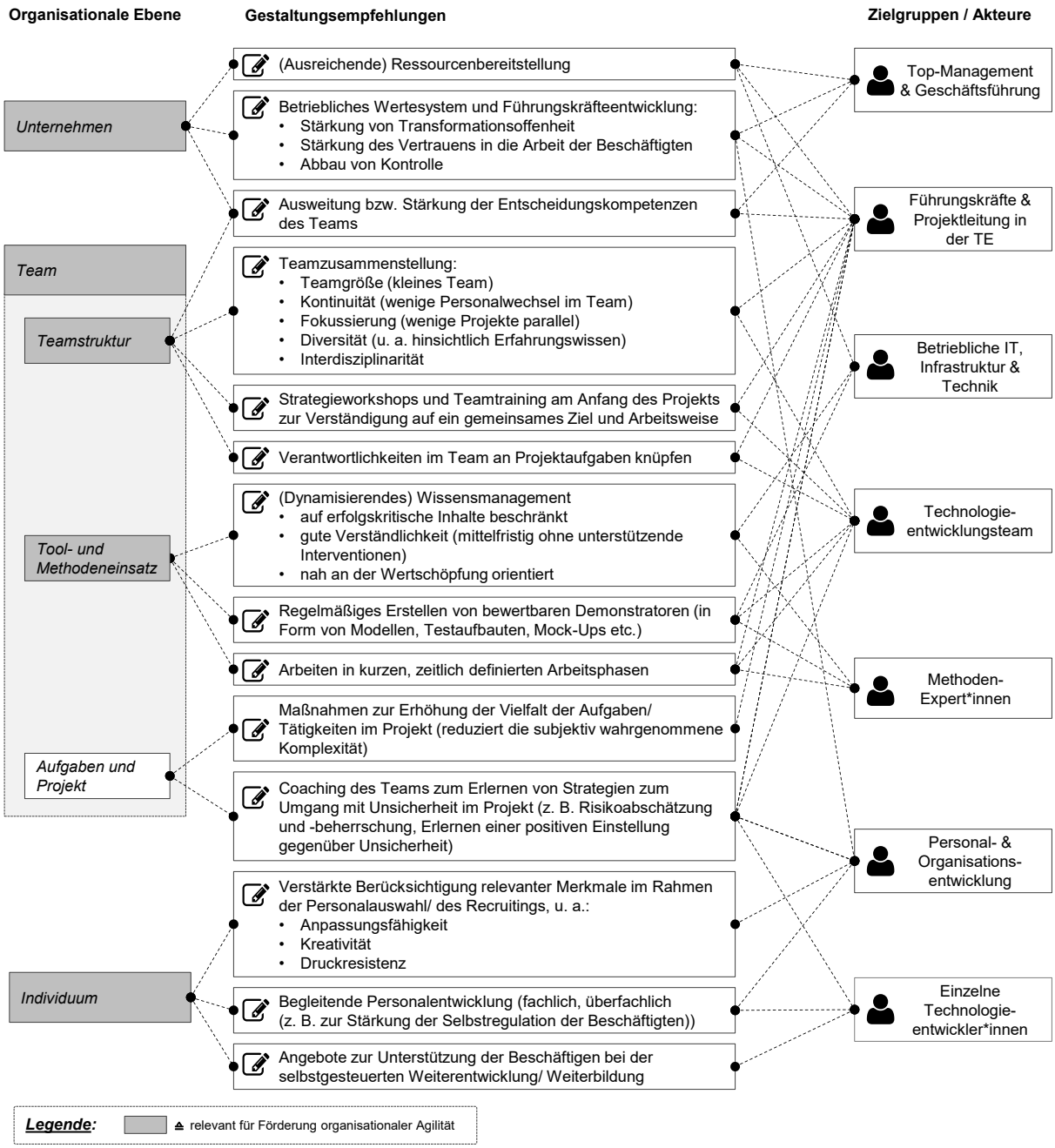


Abbildung 38: Zusammenfassende Übersicht der abgeleiteten Gestaltungsempfehlungen und Zielgruppen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Damit Deutschland im internationalen Wettbewerb bestehen und die notwendigen Transformationsprozesse im Energiesektor sowie im Bereich der Digitalisierung vorantreiben kann, sind neben gesellschaftlichen und sozialen auch technologische Innovationen unerlässlich. Das technologische Innovationsgeschehen in Unternehmen wird allerdings durch zahlreiche Faktoren erschwert. Unklare Anwendungskontexte, dynamische bis hin zu volatile Entwicklungsanforderungen sowie Unsicherheiten in Bezug auf das methodische Vorgehen und das Entwicklungsziel sind beispielhafte Herausforderungen, die bei der Entwicklung neuer Technologien bewältigt werden müssen. Insbesondere von Wirtschaftsverbänden und -beratungen werden sowohl auf nationaler Ebene als auch innerhalb von Organisationen agilere Strukturen und Prozesse gefordert, um diesen Herausforderungen zu begegnen und die Innovationsfähigkeit zu erhöhen. Wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden konnte, mangelte es bislang allerdings an empirisch begründeten Empfehlungen, die Unternehmen dabei unterstützen, organisationale Agilität zu gestalten bzw. zu fördern. Da die betriebliche Technologieentwicklung typischerweise im Rahmen von Projekten stattfindet, die von Entwicklungsteams bearbeitet werden, bietet es sich an, Erkenntnisse aus der Gruppen- und Teamforschung zu berücksichtigen. Bei der Analyse existierender Modelle zur Erklärung des Projekterfolgs respektive der Teamperformance wurde jedoch auch hier ein Forschungsdefizit erkennbar: So wurden grundlegende Wirkzusammenhänge zwischen Input-, Prozess- und Outputgrößen für den Anwendungskontext der Technologieentwicklung bisher nicht hinreichend/empirisch untersucht.

Bevor auf die Forschungsfragen und die zu ihrer Beantwortung durchgeführten Forschungsaktivitäten im Einzelnen eingegangen wird, sollen an dieser Stelle zunächst drei wesentliche Erkenntnisse hervorgehoben werden, die den Neuheitsgrad dieser Arbeit unterstreichen:

- Es ist erstmalig gelungen, organisationale Agilität zu erheben und ihre positive Wirkung auf die Qualität der Teamarbeit und den Projekterfolg empirisch nachzuweisen.
- Maßnahmen zur Förderung von organisationaler Agilität sollten auf allen drei organisationalen Ebenen ansetzen. Zentrale Stellgrößen sind auf der betrieblichen Ebene z. B. die Offenheit für neue Arbeitsformen und die Gewährung von Entscheidungsspielräumen für die Entwicklungsteams, auf der Teamebene die Teamgröße und die Kontinuität der Besetzung sowie auf der Individualebene die Förderung von Kreativität, Resilienz und Anpassungsfähigkeit. Welche agile Methode konkret eingesetzt wird, scheint hingegen eine untergeordnete Rolle zu spielen.
- Es konnte außerdem gezeigt werden, dass die Qualität der Zusammenarbeit im Team auch im Anwendungskontext der Technologieentwicklung einen signifikanten Einfluss auf den Projekterfolg und damit die Teamperformance hat.

8.1 Forschungsprozess und Forschungsfragen

Den heuristischen Bezugsrahmen für diese Arbeit bildeten drei Betrachtungsgegenstände, die mit Hilfe von qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden untersucht und in einem in-

tegrativen Modellansatz zusammengeführt wurden: (1) die Herausforderungen in der Technologieentwicklungsarbeit (als Anwendungskontext), (2) die Gestaltung von erfolgreicher Teamarbeit in der Technologieentwicklung und (3) die Definition und Operationalisierung von organisationaler Agilität im Anwendungskontext.

Die Ergebnisse dieser Arbeit resultieren maßgeblich aus vier Studien, die im Wesentlichen aufeinander aufbauend geplant und durchgeführt wurden. In einer ersten systematischen Literaturrecherche und -analyse wurden Charakteristika organisationaler Agilität zusammengetragen und ausgewertet (**Studie 1**). Eine zweite systematische Literaturrecherche und -analyse diente der Identifikation bestehender Modellansätze zu organisationaler Agilität (**Studie 2**). Die analytische Aufbereitung dieser Agilitätsmodelle (n=10) diente dazu, den Forschungsbedarf offenzulegen und zu präzisieren. Eine Interviewstudie mit Technologieentwicklungsexpert*innen (n=28) (**Studie 3**) hatte zum Gegenstand, die spezifischen Herausforderungen in der Technologieentwicklungsarbeit zu identifizieren und eine für diese Arbeit gültige Definition von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung zu erarbeiten. Die Ergebnisse dieser qualitativen Studien flossen anschließend in die Konzeption eines Strukturgleichungsmodells basierend auf der etablierten IPO-Teammodellstruktur und in die Hypothesenherleitung ein. Eine Fragebogenstudie mit Technologieentwickler*innen in Deutschland (n=332) (**Studie 4**) diente der empirischen Überprüfung des Einflusses von organisationaler Agilität auf die Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg in der Technologieentwicklung. Die Ergebnisse bildeten die Grundlage für die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen, die von Unternehmen für die Förderung von organisationaler Agilität und damit zugleich für die positive Beeinflussung der Qualität der Teamarbeit sowie des Projekterfolgs in der Technologieentwicklung genutzt werden können.

Der Forschungsprozess wurde anhand von fünf Forschungsfragen (F1 bis F5) strukturiert. Mit der **Forschungsfrage F1** (*„Welche Charakteristika beschreiben organisationale Agilität?“)* wurde die Begrifflichkeit der organisationalen Agilität thematisiert. Als Ergebnis einer systematischen Literaturrecherche und -analyse konnten aus zehn verschiedenen Quellen Charakteristika von organisationaler Agilität zusammengetragen und analysiert werden. Die Definitionen von organisationaler Agilität variieren hinsichtlich der jeweiligen organisationalen Bezugsebene. Die zusammengetragenen Charakteristika beziehen sich quellenübergreifend sowohl auf Individual-, Team- als auch auf Unternehmensaspekte. Keine der dargestellten Definitionen betrachtet ganzheitlich alle Ebenen.

Zur Beantwortung von **Forschungsfrage F2** (*„Welche Erkenntnisse können aus existierenden modellbasierten Untersuchungen zu organisationaler Agilität gewonnen werden?“)* erfolgte die Durchführung einer weiteren systematischen Literaturrecherche und -analyse. Bezugnehmend auf die Definition des Modellbegriffs nach Stachowiak (1973) wurden Kriterien für die Durchführung der Literatursuche und -analyse festgelegt. Es galt Modelle zu identifizieren, welche organisationale Agilität in Technologieentwicklungsprojekten betrachten (Abbildungsmerkmal), dabei die Auswirkungen organisationaler Agilität auf die Teamzusammenarbeit und den Projekterfolg in der Technologieentwicklung untersuchen (Verkürzungsmerkmal) und zugleich Handlungs- bzw. Gestaltungsempfehlungen auf Basis evaluierter Wirkzusammenhänge bereitstellen (pragmatisches Merkmal). Insgesamt konnten zehn relevante Modelle identifiziert

und analysiert werden. Es zeigte sich, dass die untersuchten Modelle jeweils unterschiedliche Operationalisierungen von Agilität verwenden und diese vor dem Hintergrund verschiedener Anwendungskontexte erfolgt (Produktion oder Softwareentwicklung). Keines der Modelle deckte den Bereich der Technologieentwicklung ab. Auch zeigte sich, dass der thematische Bezug zur Teamforschung (durch die Untersuchungsgröße der Teamzusammenarbeit) lediglich in drei Modellen hergestellt wurde. Insgesamt konnte als Forschungsdefizit festgehalten werden, dass keines der Modelle ein quantitativ-empirisch evaluiertes Gesamtmodell liefert, welches alle angestrebten Modellmerkmale abdeckt.

Die **Forschungsfrage F3** *(„Welche Faktoren bestimmen organisationale Agilität im Kontext der Technologieentwicklung?“*) wurde in einer qualitativen Interviewstudie adressiert und beantwortet. Mit der Interviewstudie wurde ein explorativer Forschungsansatz verfolgt, der darauf abzielte, ein spezifisches Verständnis von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung zu erarbeiten. In teilstrukturierten Interviews wurden insgesamt 28 Technologieentwicklungsexpert*innen zu den Entwicklungszielen und Herausforderungen, den Zielgrößen von Agilität sowie zu den Faktoren von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung befragt. Die Definition von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung erfolgte entlang der vier organisationalen Dimensionen Unternehmen, Teamstruktur, Teamprozess und Individuum. Zu jeder der vier organisationalen Dimensionen wurden agilitätsförderliche Faktoren aus den Interviewtranskripten extrahiert und entsprechend ihrer Nennungshäufigkeit gelistet. Insgesamt konnte damit ein für diese Arbeit gültiges Verständnis von organisationaler Agilität im Kontext der Technologieentwicklung erarbeitet werden. Die identifizierten Faktoren wurden bei der anschließenden Operationalisierung aufgegriffen.

Die Beantwortung der **Forschungsfrage F4** (*„Welche Wirkzusammenhänge bestehen zwischen den Konstrukten zur Messung von organisationaler Agilität und der Teamzusammenarbeit bzw. dem Projekterfolg in Technologieentwicklungsprojekten?“)* erstreckte sich über insgesamt zwei Kapitel dieser Arbeit. Kapitel 5 hatte die Konzeption eines Untersuchungsmodells, die literaturbegründete Herleitung und Formulierung von Forschungshypothesen und die Operationalisierung der Modellgrößen zum Gegenstand. Als methodischer Untersuchungsansatz wurde die Methode der Strukturgleichungsmodellierung gewählt. Als Modellstruktur diente die in der Teamforschung etablierte Input-Prozess-Output-Struktur (IPO). Die empirische Evaluation des Modells zur Untersuchung der Auswirkungen von organisationaler Agilität auf die Teamzusammenarbeit bzw. den Projekterfolg in der Technologieentwicklung erfolgte im sechsten Kapitel. Die durchgeführte quantitative Studie, bei der 332 Technologieentwickler*innen in Deutschland befragt wurden, bildete damit den empirischen Test im Rahmen des für diese Arbeit gewählten Forschungsvorgehens. Mithilfe der ermittelten Kennzahlen konnten die im fünften Kapitel aufgestellten Forschungshypothesen überprüft und beantwortet werden. So ließen sich insgesamt neun von elf Hypothesen zu direkten Pfadbeziehungen im Modell und zwei von fünf Mediationshypothesen beibehalten. Inhaltlich zeigten die Ergebnisse, dass die Konstrukte „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“, „Agilität der Teamstruktur“ und „Individualagilität“ einen signifikant positiven Einfluss sowohl auf die Prozessgröße „Qualität der Teamzusammenarbeit“ als auch auf die Output-Größe „Erfolg des Technologieentwick-

lungsprojekts“ haben. Das Konstrukt „Komplexität des Projekts“ steht in einem signifikant negativen Zusammenhang zu den beiden abhängigen Variablen des Modells. Auffällig war, dass alle strukturellen Agilitätskonstrukte einen signifikanten Einfluss auf die abhängigen Größen besitzen. Für das prozessuale Agilitätskonstrukt „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“ konnte hingegen kein signifikanter Einfluss nachgewiesen werden.

Die **Forschungsfrage F5** (*„Welche praktischen Gestaltungsempfehlungen können für die Förderung von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung abgeleitet werden?“)* thematisierte die abschließende Ableitung und Formulierung von Gestaltungsempfehlungen auf Basis der empirischen Ergebnisse dieser Arbeit. Zunächst konnten anhand der nachgewiesenen Zusammenhänge auf Strukturmodellebene die wesentlichen Stellgrößen für die positive Einflussnahme auf die Qualität der Zusammenarbeit im Team und den Projekterfolg in der Technologieentwicklung benannt werden. Insbesondere die Konstrukte zur Agilität auf Unternehmens-, Team- und Individualebene stellten sich in der vorliegenden Arbeit als wichtige Stellgrößen heraus. Empfehlungen zur Beeinflussung dieser Größen (und damit zugleich zur Förderung von organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung) wurden im Rahmen der Interpretation der Ergebnisse auf Messmodellebene abgeleitet. Je Konstrukt wurden die relevantesten Indikatoren aufgegriffen und Gestaltungsmaßnahmen zur Förderung bzw. Verringerung der Indikatorausprägung vorgestellt. Ferner konnten betriebliche Zielgruppen für die Gestaltungsempfehlungen definiert werden.

8.2 Weiterführende Forschung

Bereits im Rahmen der kritischen Diskussion der Studien wurden verschiedene weiterführende Forschungsmaßnahmen aufgezeigt, die dazu beitragen könnten, bestehende Limitationen zu überwinden oder noch detailliertere Erkenntnisse für die praktische Gestaltung von agilen Arbeits- und Organisationsformen zu gewinnen. Nachfolgend werden die wichtigsten aufgegriffen und kurz erörtert.

Die Zusammensetzung der Stichprobe der quantitativen Studie legte den Bedarf nach weiteren Erhebungen im Sinne von **Mehrgruppenvergleichen** offen. Nacherhebungen könnten bei ausreichender Stichprobengröße z. B. branchenindividuell erfolgen, um die jeweiligen Dynamiken einer Branche besser abzubilden. Auch Nacherhebungen, die Teilauswertungen in Bezug auf den zugrundeliegenden Projektmanagementansatz oder eine Differenzierung in Bezug auf die verschiedenen Technologieentwicklungsphasen ermöglichen, könnten einen wertvollen Beitrag zur weiteren Aufklärung leisten. So deuteten u. a. die Evaluationsergebnisse des Kontrollvariableneinflusses im Hinblick auf die vier Technologieentwicklungsphasen (Grundlagenforschung, Vorentwicklung, Technologieentwicklung i. e. S. und Produktneuentwicklung) darauf hin, dass durchaus Differenzen in der Zusammenarbeitsorganisation je Entwicklungsphase vorliegen können.

Zeitliche **Längsschnittstudien** können dazu beitragen, eine zeitpunktunabhängige Bestätigung der in der vorliegenden Arbeit ermittelten Ergebnisse zu liefern. Damit würde sichergestellt, dass keine zufälligen zeitlichen Einflüsse auf die Beziehung zwischen den Konstrukten

vorliegen, beispielsweise aufgrund eines zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Kontext der Covid19-Pandemie temporär erhöhten Anteils digitaler Zusammenarbeit.

Ferner wurde bereits im Rahmen der Interpretation der Modellergebnisse zur Ableitung praktischer Gestaltungsempfehlungen auf die notwendige Sorgfalt bei der Nutzung des Begriffs „**Kausalität**“ hingewiesen. So weisen Kühnel und Dingelstedt (2014, S. 1017) auf die Gefahr hin, Zusammenhänge zwischen Konstrukten fälschlicherweise als kausale Effekte zu interpretieren, obwohl in Wirklichkeit kein kausaler Zusammenhang besteht (sog. Scheinkausalität). Aus diesem Grund wurde im Zuge der praxisbezogenen Interpretation der Strukturmodellbeziehungen in der vorliegenden Arbeit (siehe Kapitel 7) ein konservativer Interpretationsansatz vorgezogen und auf die Benennung von „kausalen Effekten“ verzichtet. Um Kausalitäten nachzuweisen, sind weitere Studien notwendig. Mithilfe experimenteller Verfahren, bei denen einzelne Modellgrößen systematisch manipuliert werden, könnten kausale Zusammenhänge bestätigt und von (simplen) Korrelationen abgegrenzt werden. Als möglicher experimenteller Ansatz bietet sich eine Forschungskonzeption an, in der ein Team in zwei Gruppen geteilt würde. Eine Gruppe (sog. „Experimentalgruppe“) würde dabei dem Einfluss des zu untersuchenden Faktors (sog. „Treatment“) ausgesetzt, während die andere Gruppe (sog. „Kontrollgruppe“) dem Einfluss nicht ausgesetzt würde. Aus einem strukturierten Abgleich des Effekts zwischen den beiden Gruppen könnten somit Rückschlüsse auf mögliche Kausalitäten gezogen werden (vgl. Kühnel & Dingelstedt, 2014, S. 1023). Der Nachteil dieser Studiendesigns ist allerdings, dass sich die Komplexität der hier untersuchten Variablen zu organisationaler Agilität nur sehr schwer in einem Experimentaldesign abbilden lässt.

Darüber hinaus könnten die Ergebnisse aus dem Strukturmodell in zukünftigen konzeptionellen Überlegungen aufgegriffen werden, die die Definition eines theoretischen **Agilitätsmaßes** zum Gegenstand haben. Dieses Maß könnte als konzeptionelle Größe herangezogen werden, um abhängig von den jeweiligen Projektanforderungen zu entscheiden, mit welchen arbeitsorganisatorischen Konfigurationen ein bestimmtes Maß an Agilität erreicht werden kann. Denkbar wäre hier die Entwicklung einer geeigneten Metrik, die mithilfe der als signifikant nachgewiesenen organisationalen agilen Gestaltungsfaktoren je Konstrukt ein quantitatives Maß zur Steuerung des Grads an organisationaler Agilität in Technologieentwicklungsprojekten bereithält. Ein solches Agilitätsmaß setzt allerdings zunächst eine detailliertere Erforschung von empirischen Wirkbeziehungen zwischen den Agilitätsgrößen, den spezifischen Projektcharakteristika und den abhängigen Erfolgsgrößen voraus. Beispielsweise wäre mittels geeigneter strukturentdeckender Verfahren herauszuarbeiten, welche konkreten mathematischen Beziehungen (z. B. quadratische Zusammenhänge) zwischen den Agilitätsgrößen und den abhängigen Erfolgsgrößen bestehen. Im Falle von quadratischen Zusammenhängen wäre dann u. a. die Ermittlung lokaler Maxima der abhängigen Größen in Abhängigkeit vom Agilitätsgrad möglich. Eine solche Forschungskonzeption würde sich zudem in die Organisationsforschung und den dortigen Themenkomplex der organisationalen Ambidextrie einbetten. Dieser behandelt die Fragestellung, wie es Unternehmen gelingen kann, die eigene Organisation im Spannungsfeld zwischen Stabilität bzw. der Nutzung von bestehendem Wissen („Exploitation“) und Flexibilität bzw. der Generierung von neuem Wissen („Exploration“) auszurichten (vgl. Bernal

& Toro-Jaramilo, 2019). Die konzeptionelle Größe eines Agilitätsmaßes könnte dabei Empfehlungen für den Umfang und die Wahl passender organisationaler Gestaltungsfaktoren in Abhängigkeit von den projekt- oder unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen liefern.

Auch aus Sicht der Gruppen- und Teamforschung sind Anschlussstudien denkbar. So gründet das in der vorliegenden Arbeit konzipierte und operationalisierte Teammodell auf der etablierten **IPO-Modellstruktur**. Mathieu et al. (2019, S. 21 f.) betonen allerdings, dass neue Rahmenbedingungen in der Gruppen- und Teamarbeit auch neue Anforderungen an die Modellierung respektive Modellstruktur nach sich ziehen. Auch wenn die IPO-Modellstruktur nach wie vor einen soliden Modellierungsansatz darstellt, ergibt sich dennoch der Bedarf nach Weiterentwicklungen, die in der Lage sind, Teamdynamiken und emergentes Verhalten angemessen abzubilden. Eine erste Möglichkeit liegt in der verstärkten Untersuchung von Mediationseffekten im Rahmen sog. Input-Mediator-Output (IMO)-Modelle (vgl. Mathieu et al., 2019). Eine zweite Möglichkeit fokussiert die Betrachtung von Rückkopplungen im Rahmen sog. Input-Mediator-Output-Input (IMOI)-Modelle (vgl. Ilgen et al., 2005). Während die Untersuchung von Mediationszusammenhängen und -effekten in der vorliegenden Arbeit bereits umfassend berücksichtigt wurde (auch wenn der Terminus der IPO-Modellstruktur beibehalten wurde), so könnten sich Folgestudien verstärkt den Output-Input-Rückwirkungen widmen. Dies würde es ermöglichen, die in dieser Arbeit lediglich als statische Modellgröße erhobene Inputgröße der organisationalen Agilität (zum Zeitpunkt der Befragung und bezogen auf das konkret im Rahmen der Befragung betrachtete Projekt) als dynamische Größe abzubilden. Methodisch würde dies Erhebungen zu mehreren Zeitpunkten in einem Projekt oder projektübergreifend erfordern, um die Veränderlichkeit einzelner Agilitätsfacetten oder zeitlich-versetzter Effekte von Rückwirkungen im Modell angemessen evaluieren zu können.

Wenn auch mit dieser Arbeit wichtige Forschungslücken geschlossen werden konnten, so bietet das hier betrachtete multidisziplinäre Forschungsgebiet noch ausreichend Raum für weiterführende Forschungsaktivitäten zur Analyse und Gestaltung von agiler, kooperativer Innovationsarbeit. Zukünftige Studien könnten dabei neben dem Projekterfolg auch andere Ergebnisse und Wirkungen unterschiedlicher Konfigurationen von Teamarbeit in der Technologieentwicklung stärker in den Blick nehmen, wie die Arbeitszufriedenheit, den Lernzuwachs oder die psychische Belastung.

Mit den Studienergebnissen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Auseinandersetzung mit organisationaler Agilität sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus praktischer Sicht gerechtfertigt ist. Es hat sich gezeigt, dass die strukturellen Dimensionen organisationaler Agilität in positivem Zusammenhang mit der Teamzusammenarbeit und dem Projekterfolg in der Technologieentwicklung stehen. Durch die Umsetzung der auf mehreren Ebenen ansetzenden Gestaltungsansätze können Unternehmen die Voraussetzungen für die Hervorbringung von technologischen Innovationen verbessern und damit zur Steigerung der Innovationsfähigkeit der deutschen Industrie beitragen.

II Literaturverzeichnis

Abankwa, D. A., Rowlinson, S. & Adinyira, E. (2019). Conceptualizing Team Adaptability and Project Complexity: A Literature Review. *International Journal of Innovation, Management and Technology (IJIMT)*, *10*(1), 1–7. https://doi.org/10.18178/ijimt.2019.10.1.827

Abrahamsson, P., Salo, O. & Ronkainen, J. (2002). *Agile software development methods: Review and analysis*. VTT.

Abrahamsson, P., Warsta, J., Siponen, M. & Ronkainen, J. (2003). New Directions on Agile Methods: A Comparative Analysis. *25th International Conference on Software Engineering (ICSE), Proceedings*, 244–254. https://doi.org/10.1109/ICSE.2003.1201204

Agars, M. D., Kaufman, J. C., Deane, A. & Smith, B. (2012). Fostering Individual Creativity Through Organizational Context. In *Handbook of Organizational Creativity* (Bd. 12, S. 271–291). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374714-3.00012-4

Ahimbisibwe, A., Cavana, R. Y. & Daellenbach, U. (2015). A contingency fit model of critical success factors for software development projects. *Journal of Management*, *28*, 7–33. https://doi.org/10.1108/JEIM-08-2013-0060

Akgün, A. E., Byrne, J. C., Lynn, G. S. & Keskin, H. (2007). Team stressors, management support, and project and process outcomes in new product development projects. *Technovation*, *27*(10), 628–639. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.02.008

Akgün, A. E., Keskin, H., Lynn, G. & Dogan, D. (2012). Antecedents and consequences of team sensemaking capability in product development projects. *R&D Management*, *42*(5), 473–493. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2012.00696.x

Alavi, S., Wahab, A. D., Muhamad, N. & Shirani, B. A. (2014). Organic structure and organisational learning as the main antecedents of workforce agility. *International Journal of Production Research*, *52*(21), 6273–6295. https://doi.org/10.1080/00207543.2014.919420

Albrecht, A.-G., Dilchert, S., Deller, J. & Paulus, F. M. (2014). Openness in cross-cultural work settings: a multicountry study of expatriates. *Journal of Personality Assessment*, *96*(1), 64–75. https://doi.org/10.1080/00223891.2013.821074

Al-Faouri, A. H., Al-Nsour, M. M. & Al-Kasasbeh, M. M. (2014). The impact of workforce agility on organizational memory. *Knowledge Management Research & Practice*, *12*(4), 432–442. https://doi.org/10.1057/kmrp.2013.19

Alhejji, H., Garavan, T., Carbery, R., O'Brien, F. & McGuire, D. (2016). Diversity Training Programme Outcomes: A Systematic Review. *Human Resource Development Quarterly*, *27*(1), 95–149. https://doi.org/10.1002/hrdq.21221

Alkemade, F. & Suurs, R. A. A. (2012). Patterns of expectations for emerging sustainable technologies. *Technological Forecasting and Social Change*, *79*(3), 448–456. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2011.08.014

Arcia-Garibaldi, G., Cruz-Romero, P. & Gómez-Expósito, A. (2018). Future power transmission: Visions, technologies and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *94*(1), 285–301. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.004

Ardito, L., Messeni Petruzzelli, A. & Albino, V. (2015). From Technological Inventions to New Products: A Systematic Review and Research Agenda of the Main Enabling Factors. *European Management Review*, *12*(3), 113–147. https://doi.org/10.1111/emre.12047

Arnold, R. (2018). *Das kompetente Unternehmen*. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21605-4

Aronson, Z. H., Reilly, R. R. & Lynn, G. S. (2006). The impact of leader personality on new product development teamwork and performance: The moderating role of uncertainty. *Journal of Engineering and Technology Management*, *23*(3), 221–247. https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2006.06.003

Atkinson, P., Hizaji, M., Nazarian, A. & Abasi, A. (2022). Attaining organisational agility through competitive intelligence: the roles of strategic flexibility and organisational innovation. *Total Quality Management & Business Excellence*, *33*(3-4), 297–317. https://doi.org/10.1080/14783363.2020.1842188

Backhaus, K., Erichson, B. & Weiber, R. (2015). *Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46087-0

Backhaus, K., Erichson, B., Weiber, R. & Plinke, W. (2016). Strukturgleichungsanalyse. In K. Backhaus, B. Erichson, W. Plinke & R. Weiber (Hrsg.), *Multivariate Analysemethoden* (S. 581–587). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-46076-4_12

Baron, R. M. & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *51*(6), 1173–1182. https://doi.org/10.1037//0022-3514.51.6.1173

Bauer, W. & Dangelmaier, M. (2016). Virtuelles Engineering. In U. Lindemann (Hrsg.), *Handbuch Produktentwicklung* (S. 939–952). Hanser. https://doi.org/10.3139/9783446445819.033

Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J. & Thomas, D. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. http://agilemanifesto.org/

Becke, G., Funken, C., Klinke, S., Scholl, W., Schweer & Martin K. W. (2013). *Innovationsfähigkeit durch Vertrauensgestaltung? Befunde und Instrumente zur nachhaltigen Organisations- und Netzwerkentwicklung*. Peter Lang GmbH Internationaler Verlag der Wissenschaften.

Becker, J.-M., Rai, A. & Rigdon, E. (2013). Predictive Validity and Formative Measurement in Structural Equation Modeling: Embracing Practical Relevance. *Proceedings of the International Conference on Information Systems*, *34*, 1–20.

Bell, B. S., Tannenbaum, S. I., Ford, J. K., Noe, R. A. & Kraiger, K. (2017). 100 years of training and development research: What we know and where we should go. *The Journal of Applied Psychology*, *102*(3), 305–323. https://doi.org/10.1037/apl0000142

Bell, S. T. (2007). Deep-level composition variables as predictors of team performance: a meta-analysis. *The Journal of Applied Psychology*, *92*(3), 595–615. https://doi.org/10.1037/0021-9010.92.3.595

Bell, S. T., Brown, S. G., Colaneri, A. & Outland, N. (2018). Team composition and the ABCs of teamwork. *The American Psychologist*, *73*(4), 349–362. https://doi.org/10.1037/amp0000305

Bergmann, T. & Karwowski, W. (2019). Agile Project Management and Project Success: A Literature Review. In J. I. Kantola, S. Nazir & T. Barath (Hrsg.), *Advances in Intelligent Systems and Computing. Advances in Human Factors, Business Management and Society* (Bd. 783, S. 405–414). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94709-9_39

Bernal, O.-V. & Toro-Jaramilo, I.-D. (2019). Organizational Ambidexterity: Exploration and Exploitation. *International Journal of Innovation and Technology Management*, *16*, 1–22. https://doi.org/10.1142/S0219877019500330

Binder, V. A. & Kantowsky, J. (1996). *Technologiepotentiale*. Deutscher Universitätsverlag.

Bjorvatn, T. & Wald, A. (2018). Project complexity and team-level absorptive capacity as drivers of project management performance. *International Journal of Project Management*, *36*(6), 876–888. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2018.05.003

BMBF Datenportal. (2022). *Gesamte Innovationsausgaben nach Branchengruppen und Beschäftigtengrößenklassen*. https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K18.html

BMBF Datenportal. (2022). *In Forschung und Entwicklung tätiges Personal*. https://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/K17.html

Boehm, B. W. & Turner, R. (2004). *Balancing agility and discipline: A guide for the perplexed*. Addison-Wesley.

Bogers, M., Zobel, A.-K., Afuah, A., Almirall, E., Brunswicker, S., Dahlander, L., Frederiksen, L., Gawer, A., Gruber, M., Haefliger, S., Hagedoorn, J., Hilgers, D., Laursen, K., Magnusson, M. G., Majchrzak, A., McCarthy, I. P., Moeslein, K. M., Nambisan, S., Piller, F. T., . . . Ter Wal, A. L. J. (2017). The open innovation research landscape: established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, *24*(1), 8–40. https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1240068

Booth, A. (2006). "Brimful of STARLITE": Toward standards for reporting literature searches. *Journal of the Medical Association (JMLA)*, *94*(4), 421–429.

Borchardt, A. & Göthlich, S. E. (2009). Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (Bd. 1, S. 33–48). Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-96406-9_3

Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Auflage). *Springer-Lehrbuch Bachelor, Master*. Springer-Medizin-Verlag.

Boßow-Thies, S. & Panten, G. (2009). Analyse kausaler Wirkungszusammenhänge mit Hilfe von Partial Least Squares (PLS). In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (Bd. 2, S. 365–380). Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-96406-9_24

Braun, A. (2014). *Modellbasierte Unterstützung der Produktentwicklung - Potentiale der Modellierung von Produktentstehungsprozessen am Beispiel des integrierten Produktentstehungsmodells (iPeM)*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie (KIT). https://doi.org/10.5445/IR/1000040221

Braun, T. J., Hayes, B. C., DeMuth, R. L. F. & Taran, O. A. (2017). The Development, Validation, and Practical Application of an Employee Agility and Resilience Measure to Facilitate Organizational Change. *Industrial and Organizational Psychology*, *10*(4), 703–723. https://doi.org/10.1017/iop.2017.79

Breu, K., Hemingway, C. J., Strathern, M. & Bridger, D. (2002). Workforce Agility: The New Employee Strategy for the Knowledge Economy. *Journal of Information Technology*, *17*(1), 21–31. https://doi.org/10.1080/02683960110132070

Brodbeck, F. C. (2001). Communication and performance in software development projects. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, *10*(1), 73–94. https://doi.org/10.1080/13594320042000043

Brown, J. L. & Agnew, N. M. (1982). Corporate agility. *Business Horizons*, *25*(2), 29–33. https://doi.org/10.1016/0007-6813(82)90101-X

Brown, W. B. & Karagozoglu, N. (1993). Leading the way to faster new product development. *Academy of Management Perspectives*, *7*(1), 36–47. https://doi.org/10.5465/ame.1993.9409142057

Broy, M. & Kuhrmann, M. (2013). *Projektorganisation und Management im Software Engineering*. Springer Berlin Heidelberg.

Bullinger, H.-J. (1994). *Einführung in das Technologiemanagement*. Vieweg+Teubner Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-84858-1

Cabrales, Á. L., Medina, C. C., Lavado, A. C. & Cabrera, R. V. (2008). Managing functional diversity, risk taking and incentives for teams to achieve radical innovations. *R&D Management*, *38*(1), 35–50. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2007.00501.x

Campion, M. A., Medsker, G. J. & Higgs, A. C. (1993). Relations between work group characteristics and effectiveness: Implications for designing effective work groups. *Personnel Psychology*, *46*(4), 823–847. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1993.tb01571.x

Cenfetelli, R. T. & Bassellier, G. (2009). Interpretation of Formative Measurement in Information Systems Research. *Management Information Systems (MIS) Quarterly*, *33*(4), 689–708. https://doi.org/10.2307/20650323

Charbonnier-Voirin, A. (2011). The development and partial testing of the psychometric properties of a measurement scale of organizational agility. *M@n@gement*, *14*(2), 119–156.

Chin, W. W. (1998a). Issues and Opinion on Structural Equation Modeling. *Management Information Systems (MIS) Quarterly*, *22*(1), 7–16.

Chin, W. W. (1998b). The partial least squares approach to structural equation modeling. *Advances in Hospitality and Leisure,* 8(2), S. 295–336.

Chow, T. & Cao, D.-B. (2008). A survey study of critical success factors in agile software projects. *Journal of Systems and Software*, *81*(6), 961–971. https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.08.020

Cleff, T. (2015). *Deskriptive Statistik und Explorative Datenanalyse*. Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-4748-2

Cockburn, A. (2003). *Agile Software Development* (3. Print). *The agile software development series*. The Agile Software Development Series.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). Taylor and Francis.

Conboy, K. (2009). Agility from First Principles: Reconstructing the Concept of Agility in Information Systems Development. *Information Systems Research*, *20*(3), 329–354. https://doi.org/10.1287/isre.1090.0236

Conforto, E. C., Amaral, D. C., da Silva, S. L., Di Felippo, A. & Kamikawachi, D. S. L. (2016). The agility construct on project management theory. *International Journal of Project Management*, *34*(4), 660–674. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.01.007

Cooper, R. G. & Sommer, A. F. (2016). The Agile-Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity. *Journal of Product Innovation Management*, *33*(5), 513–526. https://doi.org/10.1111/jpim.12314

Crocitto, M. & Youssef, M. (2003). The human side of organizational agility. *Industrial Management & Data Systems*, *103*(6), 388–397. https://doi.org/10.1108/02635570310479963

Daley, R. C. (1978). The Role of Team and Task Characteristics in R&D Team Collaborative Problem Solving and Productivity. *Management Science*, *24*(15), 1579–1588. https://doi.org/10.1287/mnsc.24.15.1579

Dalhöfer, J. & Prieß, M. (2012). Führung im Komplexitätsmanagement. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, *107*(1-2), 87–93. https://doi.org/10.3139/104.110666

DeChurch, L. A. & Mesmer-Magnus, J. R. (2010). The cognitive underpinnings of effective teamwork: a meta-analysis. *The Journal of Applied Psychology*, *95*(1), 32–53. https://doi.org/10.1037/a0017328

Denison, D. R., Hart, S. L. & Kahn, J. A. (1996). From Chimneys to cross-functional teams: Developing and Validating a diagnostic model. *Academy of Management Journal*, *39*(4), 1005–1023. https://doi.org/10.2307/256721

Dhand, A., Luke, D. A., Carothers, B. J. & Evanoff, B. A. (2016). Academic Cross-Pollination: The Role of Disciplinary Affiliation in Research Collaboration. *PlOS One*, *11*(1), 1-13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145916

Diamantopoulos, A. & Siguaw, J. A. (2006). Formative Versus Reflective Indicators in Organizational Measure Development: A Comparison and Empirical Illustration. *British Journal of Management*, *17*(4), 263–282. https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2006.00500.x

Diamantopoulos, A. & Winklhofer, H. M. (2001). Index Construction with Formative Indicators: An Alternative to Scale Development. *Journal of Marketing Research*, *38*(2), 269–277. https://doi.org/10.1509/jmkr.38.2.269.18845

Diekmann, A. (2008). *Empirische Sozialforschung: Grundlagen, Methoden, Anwendungen* (14. Aufl.). Rowohlt Taschenbuch Verlag.

DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2009). *Projektmanagement – Projektmanagementsysteme – Teil 1: Grundlagen* (DIN 69901-1). Beuth Verlag.

DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2013). *Raumffahrttechnik - Definition des Technologie-Reifegrades (TRL) und der Beurteilungskriterien (ISO 16290:2013, modifiziert)* (DIN EN 16603-11). Beuth Verlag.

Dingsoyr, T. & Dyba, T. (2012). Team effectiveness in software development: Human and cooperative aspects in team effectiveness models and priorities for future studies. In *2012 5th International Workshop on Co-operative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE)* (S. 27–29). https://doi.org/10.1109/CHASE.2012.6223016

Dogs, C. & Klimmer, T. (2005). *Agile Software-Entwicklung kompakt: Grundlagen agiler Software-Entwicklung*. mitp-Verlag.

Doolen, T. L., Hacker, M. E. & van Aken, E. (2006). Managing organizational context for engineering team effectiveness. *Team Performance Management: An International Journal*, *12*(5/6), 138–154. https://doi.org/10.1108/13527590610687901

Doorewaard, H., van Hootegem, G. & Huys, R. (2002). Team responsibility structure and team performance. *Personnel Review*, *31*(3), 356–370. https://doi.org/10.1108/00483480210422750

Drach-Zahavy, A. & Somech, A. (2002). Team heterogeneity and its relationship with team support and team effectiveness. *Journal of Educational Administration*, *40*(1), 44–66. https://doi.org/10.1108/09578230210415643

Dresing, T. & Pehl, T. (2018). *Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse: Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende* (8. Aufl.). Eigenverlag.

Dühr, K., Efremov, P., Heimicke, J., Teitz, E. M., Ort, F., Weissenberger-Eibl, M. & 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. *International Conference on Engineering Design (ICED)*, *1*, 3071–3080. https://doi.org/10.1017/pds.2021.568

Ebel, B. (2015). *Modellierung von Zielsystemen in der interdisziplinären Produktentstehung = Modeling of System of Objectives in Interdisciplinary Product Engineering*. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie (KIT). https://doi.org/10.5445/IR/1000048334

Ebert, C. (2013). *Risikomanagement kompakt: Risiken und Unsicherheiten bewerten und beherrschen* (2. Aufl.). Springer Vieweg.

Ehrlenspiel, K. & Meerkamm, H. (2013). *Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit* (5. Aufl.). Hanser Verlag.

Engeln, W. (2006). *Methoden der Produktentwicklung*. *Skripten Automatisierungstechnik*. Oldenbourg-Industrieverlag.

Erickson, J., Lyytinen, K. & Siau, K. (2005). Agile Modeling, Agile Software Development, and Extreme Programming. *Journal of Database Management*, *16*(4), 88–100. https://doi.org/10.4018/jdm.2005100105

Europäische Kommission. (2003). *Empfehlung der Kommission zur Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen: K(2003) 1422*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361

Evans, S. & Bahrami, H. (2020). Super-Flexibility in Practice: Insights from a Crisis. *Global Journal of Flexible Systems Management*, *21*(3), 207–214. https://doi.org/10.1007/s40171-020-00246-6

Fedor, D. B., Ghosh, S., Caldwell, S. D., Maurer, T. J. & Singhal, V. R. (2003). The Effects of Knowledge Management on Team Members' Ratings of Project Success and Impact *Decision Sciences*, *34*(3), 513–539. https://doi.org/10.1111/j.1540-5414.2003.02395.x

Feldhusen, J. & Grote, K.-H. (2013). Einleitung. In J. Feldhusen & K.-H. Grote (Hrsg.), *Pahl/Beitz Konstruktionslehre* (S. 463–464). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29569-0_8

Felin, T. & Powell, T. C. (2016). Designing Organizations for Dynamic Capabilities. *California Management Review*, *58*(4), 78–96. https://doi.org/10.1525/cmr.2016.58.4.78

Fiedler, R. (2014). *Controlling von Projekten: Mit konkreten Beispielen aus der Unternehmenspraxis - Alle Aspekte der Projektplanung, Projektsteuerung und Projektkontrolle* (6. Aufl.). Springer Vieweg.

Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics: And sex and drugs and rock 'n' roll* (4. Aufl.). SAGE-Verlag.

Fink, A. (2014). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper* (4. Aufl.). SAGE-Verlag.

Fisher, D. M., Bell, S. T., Dierdorff, E. C. & Belohlav, J. A. (2012). Facet personality and surface-level diversity as team mental model antecedents: implications for implicit coordination. *The Journal of Applied Psychology*, *97*(4), 825–841. https://doi.org/10.1037/a0027851

Fornell, C. & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, *18*(1), 39. https://doi.org/10.2307/3151312

Franzen, A. (2014). Antwortskalen in standardisierten Befragungen. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (Bd. 94, S. 701–711). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_51

Freire, A., Silva, R., Perkusich, M. & Almeida, H. (2015). A Bayesian Network Model to Assess Agile Teams' Teamwork Quality. *29th Brazilian Symposium on Software Engineering, Belo Horizonte*, 191–196. https://doi.org/10.1109/SBES.2015.29

Frietsch, R., Rammer, C., Schubert, T., Chavez, C. G., Gruber, S., Maruseva, V., Ostertag, K. & Walz, R. (2023). *Innovationsindikator 2023.*

Fuchs, C. & Diamantopoulos, A. (2009). Using single-item measures for construct measurement in management research: Conceptual issues and application guidelines. *Die Betriebswirtschaft*, *69*(2), 195–210.

Gehrke, B., Kerst, C., Wieck, M. & Weilage, I. (2021). Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands 2021: Fortschreibung der Indikatoren. *Studien zum deutschen Innovationssystem*, *1*, 1–175.

Geiger, J. R. (2020). *Agility Measurement for Large Organizations*. Air Force Institute of Technology.

Geisser, S. (1974). A predictive approach to the random effect model. *Biometrika*, *61*(1), 101–107. https://doi.org/10.1093/BIOMET/61.1.101

Gemünden, H. G. & Högl, M. (Hrsg.). (2000). *Management von Teams*. Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-92053-9

Gemünden, H. G., Salomo, S. & Krieger, A. (2005). The influence of project autonomy on project success. *International Journal of Project Management*, *23*(5), 366–373. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2005.03.004

Gerpott, T. J. (2013). *Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement* (2. Aufl.). Schäffer-Poeschel Verlag.

Gladstein, D. L. (1984). Groups in Context: A Model of Task Group Effectiveness. *Administrative Science Quarterly*, *29*(4), 499. https://doi.org/10.2307/2392936

Goldman, S. L., Nagel, R. N., Preiss, K. & Warnecke, H.-J. (1996). *Agil im Wettbewerb: Die Strategie der virtuellen Organisation zum Nutzen des Kunden*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-61101-8

Goodall, J. (2013). Recruit for Attitude, Train for Skills. *Educational Management Administration & Leadership*, *41*(2), 199–213. https://doi.org/10.1177/1741143212468350

Goodhue, Lewis & Thompson (2012). Does PLS Have Advantages for Small Sample Size or Non-Normal Data? *Management Information Systems (MIS) Quarterly*, *36*(3), 981. https://doi.org/10.2307/41703490

Greving, B. (2009). Messen und Skalieren von Sachverhalten. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (Bd. 45, S. 65–78). Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-96406-9_5

Gunasekaran, A. (1999). Agile manufacturing: A framework for research and development. *International Journal of Production Economics*, *62*(1-2), 87–105. https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00222-9

Hacker, W. (2005). *Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Wissens-, Denk- und körperlicher Arbeit* (2. Aufl.). *Schriften zur Arbeitspsychologie*. Huber.

Hacker, W. & Sachse, P. (2014). *Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Tätigkeiten* (3. Aufl., Bd. 58). Hogrefe.

Hackman, J. R. (1987). The design of work teams. *Handbook of organizational behavior*, *20*, 315–342.

Hackman, J. R. (2012). From causes to conditions in group research. *Journal of Organizational Behavior*, *33*(3), 428–444. https://doi.org/10.1002/job.1774

Hair, J. F., Ringle, C. M. & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, *19*(2), 139–152. https://doi.org/10.2753/MTP1069-6679190202

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M. & Sarstedt, M. (2014). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage Publications.

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Richter, N. F. & Hauff, S. (2017). *Partial least squares Strukturgleichungsmodellierung: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Verlag Franz Vahlen.

Hair, J. F., Sarstedt, M., Pieper, T. M. & Ringle, C. M. (2012). The Use of Partial Least Squares Structural Equation Modeling in Strategic Management Research: A Review of Past Practices and Recommendations for Future Applications. *Long Range Planning*, *45*(5-6), 320–340. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2012.09.008

Hall, K. L., Vogel, A. L., Huang, G. C., Serrano, K. J., Rice, E. L., Tsakraklides, S. P. & Fiore, S. M. (2018). The science of team science: A review of the empirical evidence and research gaps on collaboration in science. *The American Psychologist*, *73*(4), 532–548. https://doi.org/10.1037/amp0000319

Harlacher, M. (2021). *Auswirkungen der Komplexität im Projektmanagement auf die Beanspruchung und den Erfolg von Projektverantwortlichen*. *Industrial engineering and ergonomics: Band 40*. Dissertation, RWTH Aachen University, Shaker Verlag.

Hartmann, S., Weiss, M., Newman, A. & Högl, M. (2020). Resilience in the Workplace: A Multilevel Review and Synthesis. *Applied Psychology*, *69*(3), 913–959. https://doi.org/10.1111/apps.12191

Hayes, S. C. (2013). *Acceptance and Mindfulness at Work: Applying Acceptance and Commitment Therapy and Relational Frame Theory to Organizational Behavior Management*. Taylor and Francis.

Helfferich, C. (2019). Leitfaden- und Experteninterviews. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 669–686). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_44

Henseler, J., Dijkstra, T. K., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Diamantopoulos, A., Straub, D. W., Ketchen, D. J., Hair, J. F., Hult, G. T. M. & Calantone, R. J. (2014). Common Beliefs and Reality about PLS. *Organizational Research Methods*, *17*(2), 182–209. https://doi.org/10.1177/1094428114526928

Henseler, J., Hubona, G. & Ray, P. A. (2016). Using PLS path modeling in new technology research: updated guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, *116*(1), 2–20. https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2015-0382

Henseler, J., Ringle, C. M. & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, *43*(1), 115–135. https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8

Highsmith, J. (2006). *Agile software development ecosystems* (3. Aufl.). *The agile software development series*. Addison-Wesley.

Högl, M. (1998). *Teamarbeit in innovativen Projekten: Einflußgrößen und Wirkungen*. *Gabler Edition Wissenschaft*. Dissertation, Deutscher Universitätsverlag.

Högl, M. (2005). Smaller teams–better teamwork: How to keep project teams small. *Business Horizons*, *48*(3), 209–214. https://doi.org/10.1016/j.bushor.2004.10.013

Högl, M. & Gemünden, H. G. (2000). Determinanten und Wirkungen der Teamarbeit in innovativen Projekten. In H. G. Gemünden & M. Högl (Hrsg.), *Management von Teams* (Bd. 3, S. 33–66). Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-322-92053-9_2

Högl, M. & Gemünden, H. G. (2001). Teamwork Quality and the Success of Innovative Projects: A Theoretical Concept and Empirical Evidence. *Organization Science*, *12*(4), 435–449. https://doi.org/10.1287/orsc.12.4.435.10635

Hoonsopon, D. & Puriwat, W. (2021). Organizational Agility: Key to the Success of New Product Development. *IEEE Transactions on Engineering Management*, *68*(6), 1722–1733. https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2929500

Huber, F., Herrmann, A., Meyer, F., Vogel, J. & Vollhardt, K. (2007). *Kausalmodellierung mit Partial Least Squares: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Gabler Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9328-1

Hülsheger, U. R., Anderson, N. & Salgado, J. F. (2009). Team-level predictors of innovation at work: a comprehensive meta-analysis spanning three decades of research. *The Journal of Applied Psychology*, *94*(5), 1128–1145. https://doi.org/10.1037/a0015978

Ilgen, D. R., Hollenbeck, J. R., Johnson, M. & Jundt, D. (2005). Teams in organizations: from input-process-output models to IMOI models. *Annual Review of Psychology*, *56*, 517–543.

Jacobs, C. D., Steyaert, C. & Überbacher, F. (2013). Anticipating intended users: prospective sensemaking in technology development. *Technology Analysis & Strategic Management*, *25*(9), 1027–1043. https://doi.org/10.1080/09537325.2013.832749

Jahn, S. (2007). Strukturgleichungsmodellierung mit LISREL, AMOS und SmartPLS: Eine Einführung. *SSRN Electronic Journal*, *16*(2). https://doi.org/10.2139/ssrn.2729658

Johnson, W. H. A. (2011). Managing university technology development using organizational control theory. *Research Policy*, *40*(6), 842–852. https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.04.001

Jong, B. A. de, Dirks, K. T. & Gillespie, N. (2016). Trust and team performance: A meta-analysis of main effects, moderators, and covariates. *The Journal of Applied Psychology*, *101*(8), 1134–1150.

Jung, A. & Mühlfelder, M. (2021). Entwicklung eines Fragebogens zur mehrdimensionalen Messung der Agilität von Organisationen: Eine empirische Analyse auf der Grundlage des TRAFO-Modells™. *Wirtschaftspsychologie*, *4*, 6–13.

Jungnickel, K., Minge, M. & Thüring, M. (2020). Entwicklung eines Fragebogens für softwareentwickelnde Unternehmen zur internen Bestimmung des agilen Reifegrads. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO)*, *51*(3), 319–329. https://doi.org/10.1007/s11612-020-00522-0

Kabel, D.-S. (2001). *Entwicklung eines prozeßbasierten Effizienzmodells für Concurrent Engineering Teams*. *Schriftenreihe Rationalisierung und Humanisierung: Bd. 39*. Dissertation, RWTH Aachen University, Shaker Verlag.

Karlström, D. & Runeson, P. (2006). Integrating agile software development into stage-gate managed product development. *Empirical Software Engineering*, *11*(2), 203–225. https://doi.org/10.1007/s10664-006-6402-8

Kauffeld, S. (2004). *FAT: Fragebogen zur Arbeit im Team*. Hogrefe.

Kinnunen, H. & Luoma, E. (2018). Towards Measuring the Agility of Software Business. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences*, *51*, 5425–5434.

Kishna, M., Negro, S., Alkemade, F. & Hekkert, M. (2017). Innovation at the end of the life cycle: discontinuous innovation strategies by incumbents. *Industry and Innovation*, *24*(3), 263–279. https://doi.org/10.1080/13662716.2016.1226163

Klappert, S., Schuh, G., Möller, H. & Nollau, S. (2011). Technologieentwicklung. In G. Schuh & S. Klappert (Hrsg.), *Technologiemanagement* (Bd. 77, S. 223–239). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12530-0_8

Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3. Aufl.). *Methodology in the social sciences*. Guilford Press.

Kline, T. J., Sulsky, L. M. & Rever-Moriyama, S. D. (2000). Common method variance and specification errors: a practical approach to detection. *The Journal of Psychology*, *134*(4), 401–421. https://doi.org/10.1080/00223980009598225

Koch, U. B. (2021). *Der Einfluss von agilitätsförderlicher Führung und agiler Unternehmenskultur auf Engagement/Demotivation und Wechselbereitschaft*. Masterarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.

Komus, A. & Kuberg, M. (2020). *Status Quo Agile 2019/ 2020: 4. Internationale Studie zu Nutzen und Erfolgsfaktoren (skalierter) agiler Ansätze.* Hochschule Koblenz. https://www.hs-koblenz.de/bpm-labor/status-quo-scaled-agile-2020

Kozlowski, S. W. J. (2018). Enhancing the Effectiveness of Work Groups and Teams: A Reflection. *Perspectives on Psychological Science*, *13*(2), 205–212. https://doi.org/10.1177/1745691617697078

Kozlowski, S. W. J. & Bell, B. S. (2003). Work Groups and Teams in Organizations: Review Update. In I. B. Weiner (Hrsg.), *Handbook of Psychology* (S. 1–109). John Wiley & Sons Inc. https://doi.org/10.1002/0471264385.wei1214

Kozlowski, S. W. J. & Bell, B. S. (2013). Work Groups and Teams in Organizations. In N. Schmitt & S. Highhouse (Hrsg.), *Handbook of Psychology* (Bd. 17, S. 412–469). John Wiley & Sons Inc.

Kozlowski, S. W. J., Gully, S. M., Nason, E. R. & Smith, E. M. (1999). Developing adaptive teams: A theory of compilation and performance across levels and time. In D. R. Ilgen & E. D. Pulakos (Hrsg.), *The Changing Nature of Performance: Implications for staffing, motivation, and development* (S. 240–292). Jossey-Bass Inc.

Kozlowski, S. W. J. & Ilgen, D. R. (2006). Enhancing the Effectiveness of Work Groups and Teams. *Psychological Science in the Public Interest (PSPI)*, *7*(3), 77–124. https://doi.org/10.1111/j.1529-1006.2006.00030.x

Kozlowski, S. W.J., Toney, R. J., Mullins, M. E., Weissbein, D. A., Brown, K. G. & Bell, B. S. (2001). Developing adaptability: A theory for the design of integrated-embedded training systems. In E. Salas (Hrsg.), *Advances in Human Performance and Cognitive Engineering Research* (Bd. 1, S. 59–123). Elsevier Science, JAI Press. https://doi.org/10.1016/S1479-3601(01)01004-9

Kubicek, H. (1976). Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesigns als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung. In R. Köhler (Hrsg.), *Empirische und handlungstheoretische Forschungskonzeptionen in der Betriebswirtschaftslehre* (S. 1–37). Carl Ernst Poeschel Verlag.

Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2019). Datenaufbereitung und Datenbereinigung in der qualitativen Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 441–456). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_31

Kühnel, S. & Dingelstedt, A. (2014). Kausalität. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (Bd. 15, S. 1017–1028). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_80

Kuusinen, K., Gregory, P., Sharp, H. & Barroca, L. (2016). Strategies for doing Agile in a non-Agile Environment. In *Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* (S. 1–6). ACM Press.

Lacerenza, C. N., Marlow, S. L., Tannenbaum, S. I. & Salas, E. (2018). Team development interventions: Evidence-based approaches for improving teamwork. *The American Psychologist*, *73*(4), 517–531. https://doi.org/10.1037/amp0000295

Lai, H., Pitafi, A. H., Hasany, N. & Islam, T. (2021). Enhancing Employee Agility Through Information Technology Competency: An Empirical Study of China. *SAGE Open*, *11*(2), 1-18. https://doi.org/10.1177/21582440211006687

Latcheva, R. & Davidov, E. (2014). Skalen und Indizes. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (Bd. 18, S. 745–756). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_55

Latos, B. A. (2020). *Auswirkungen von Komplexität auf die Performance von Produktionsgruppen*. *Industrial engineering and ergonomics: Band 37*. Dissertation, RWTH Aachen University, Shaker Verlag.

Latos, B. A., Harlacher, M., Burgert, F., Nitsch, V., Przybysz, P. & Niewöhner, S. M. (2018). Complexity Drivers in Digitalized Work Systems: Implications for Cooperative Forms of Work. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, *3*(5), 171–185. https://doi.org/10.25046/aj030522

Lee, G. & Xia, W. (2010). Toward Agile: An Integrated Analysis of Quantitative and Qualitative Field Data on Software Development Agility. *Management Information Systems (MIS) Quarterly*, *34*(1), 87–114. https://doi.org/10.2307/20721416

Lee, J. H., Phaal, R. & Lee, C. (2011). An empirical analysis of the determinants of technology roadmap utilization. *R&D Management*, *41*(5), 485–508. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2011.00657.x

Leiner, D. J. (2013). Too Fast, Too Straight, Too Weird: Post Hoc Identification of Meaningless Data in Internet Surveys. *SSRN Electronic Journal*, 1–59.

LePine, J. A., Buckman, B. R., Crawford, E. R. & Methot, J. R. (2011). A review of research on personality in teams: Accounting for pathways spanning levels of theory and analysis. *Human Resource Management Review*, *21*(4), 311–330. https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2010.10.004

LePine, J. A., Piccolo, R. F., Jackson, C. L., Mathieu, J. E. & Saul, J. R. (2008). A Meta-Analysis of Teamwork Processes: Tests of a Multidimensional Model and Relationships with Team Effectiveness Criteria. *Personnel Psychology*, *61*(2), 273–307. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.2008.00114.x

Levi, D. (2017). *Group dynamics for teams* (5. Aufl.). SAGE Verlag.

Levine, J. & Moreland, R. L. (2006). *Small Groups: Key Readings*. *Key Readings in Social Psychology*. Taylor & Francis.

Lindemann, U. (Hrsg.). (2016). *Handbuch Produktentwicklung*. Hanser.

Linz, S., Helmreich, I., Kunzler, A., Chmitorz, A., Lieb, K. & Kubiak, T. (2020). Interventionen zur Resilienzförderung bei Erwachsenen. *Psychotherapie, Psychosomatik, medizinische Psychologie*, *70*(1), 11–21.

Liu, M.-L., Liu, N.-T., Ding, C. G. & Lin, C.-P. (2015). Exploring team performance in high-tech industries: Future trends of building up teamwork. *Technological Forecasting and Social Change*, *91*, 295–310. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.03.014

Lohmöller, J.-B. (1989). *Latent Variable Path Modeling with Partial Least Squares*. Physica-Verlag HD. https://doi.org/10.1007/978-3-642-52512-4

Looks, H., Fangmann, J., Thomaschewski, J., Escalona, M.-J. & Schön, E.-M. (2021). Towards a Standardized Questionnaire for Measuring Agility at Team Level. In P. Gregory, C. Lassenius, X. Wang & P. Kruchten (Hrsg.), *Lecture Notes in Business Information Processing Ser. Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming: 22nd International Conference on Agile Software Development, XP 2021, Virtual Event, Proceedings* (Bd. 419, S. 71–85). Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-78098-2_5

Lück, D. & Landrock, U. (2014). Datenaufbereitung und Datenbereinigung in der quantitativen Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 397–409). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_28

Magistretti, S., Dell'Era, C. & Verganti, R. (2020). Searching for the right application: A technology development review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, *151*(4), 119879. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119879

Maloney, M. M., Bresman, H., Zellmer-Bruhn, M. E. & Beaver, G. R. (2016). Contextualization and Context Theorizing in Teams Research: A Look Back and a Path Forward. *The Academy of Management Annals*, *10*(1), 891–942. https://doi.org/10.1080/19416520.2016.1161964

Mandolfo, M., Chen, S. & Noci, G. (2020). Co-creation in new product development: Which drivers of consumer participation? *International Journal of Engineering Business Management*, *12*(1), 1-14. https://doi.org/10.1177/1847979020913764

Marlow, S. L., Lacerenza, C. N., Paoletti, J., Burke, C. S. & Salas, E. (2018). Does team communication represent a one-size-fits-all approach? A meta-analysis of team communication and performance. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *144*(1), 145–170. https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2017.08.001

Marx, K. (2008). *Innovation durch Teamkompetenz: Bedeutung und Wirkungen von Training und Teamentwicklung*. Dissertation, WHU - Otto Beisheim School of Management.

Mathieu, J., Maynard, M. T., Rapp, T. & Gilson, L. (2008). Team Effectiveness 1997-2007: A Review of Recent Advancements and a Glimpse into the Future. *Journal of Management*, *34*(3), 410–476. https://doi.org/10.1177/0149206308316061

Mathieu, J. E., Gallagher, P. T., Domingo, M. A. & Klock, E. A. (2019). Embracing Complexity: Reviewing the Past Decade of Team Effectiveness Research. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, *6*(1), 17–46. https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-012218-015106

Mathieu, J. E., Tannenbaum, S. I., Donsbach, J. S. & Alliger, G. M. (2014). A Review and Integration of Team Composition Models. *Journal of Management*, *40*(1), 130–160. https://doi.org/10.1177/0149206313503014

Mathieu, J. E., Hollenbeck, J. R., van Knippenberg, D. & Ilgen, D. R. (2017). A century of work teams in the Journal of Applied Psychology. *The Journal of Applied Psychology*, *102*(3), 452–467. https://doi.org/10.1037/apl0000128

Mayer, H. O. (2009). *Interview und schriftliche Befragung: Entwicklung, Durchführung und Auswertung* (5. Aufl.). Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

Mayring, P. (2014). *Qualitative content analysis: Theoretical foundation, basic procedures and software solution*. Gesis - Leibniz-Institut für Sozialwissenschaft. https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173

Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Beltz.

Mayring, P. & Fenzl, T. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (Bd. 3, S. 633–648). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42

McGrath, J. E., Arrow, H. & Berdahl, J. L. (2000). The Study of Groups: Past, Present, and Future. *Personality and Social Psychology Review*, *4*(1), 95–105. https://doi.org/10.1207/S15327957PSPR0401_8

McGrath, J. E. (1964). *Social psychology: A brief introduction*. Holt, Rinehart and Winston.

Meboldt, M. (2008). *Mentale und formale Modellbildung in der Produktentstehung - als Beitrag zum integrierten Produktentstehungs-Modell (iPeM).* Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie (KIT). https://doi.org/10.5445/IR/1000028850

Melo, C. D. O., Cruzes, D., Kon, F. & Conradi, R. (2012). Interpretative case studies on agile team productivity and management. *Information and Software Technology*, 412–427.

Merten, F., Schüwer, D., Horst, J. & Matschoss, P. (2018). Technologiebericht 7.4 Systemintegration, -innovation und -transformation innerhalb des Forschungsprojekts TF_Energiewende. In Wuppertal Institut, ISI, IZES (Hrsg.), *Technologien für die Energiewende. Teilbericht 2 an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)* (S. 1–42).

Miebach, B. (2017). *Handbuch Human Resource Management*. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-10239-5

Mikkelsen, M. F. (2021). Perceived project complexity: a survey among practitioners of project management. *International Journal of Managing Projects in Business (IJMPB)*, *14*(3), 680–698. https://doi.org/10.1108/IJMPB-03-2020-0095

Misra, S. C., Kumar, V. & Kumar, U. (2009). Identifying some important success factors in adopting agile software development practices. *Journal of Systems and Software*, *82*(11), 1869–1890. https://doi.org/10.1016/j.jss.2009.05.052

Mockenhaupt, A. (2021). *Digitalisierung und Künstliche Intelligenz in der Produktion*. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32773-6

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Medicine*, *6*(7), 1-6. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097

Moosbrugger, H. (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (2. Aufl.). Springer Berlin Heidelberg.

Muduli, A. (2016). Exploring the facilitators and mediators of workforce agility: an empirical study. *Management Research Review*, *39*(12), 1567–1586. https://doi.org/10.1108/MRR-10-2015-0236

Muduli, A. (2017). Workforce agility: Examining the role of organizational practices and psychological empowerment. *Global Business and Organizational Excellence*, *36*(5), 46–56. https://doi.org/10.1002/joe.21800

Mütze-Niewöhner, S., Latniak, E., Hardwig, T., Nicklich, M., Hacker, W., Harlacher, M., Pietrzyk, U. & Kauffeld, S. (2021). Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt. In S. Mütze-Niewöhner, W. Hacker, T. Hardwig, S. Kauffeld, E. Latniak, M. Nicklich & U. Pietrzyk (Hrsg.), *Projekt- und Teamarbeit in der digitalisierten Arbeitswelt: Herausforderungen, Strategien und Empfehlungen* (Bd. 44, S. 1–30). Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62231-5_1

Mütze-Niewöhner, S., Mayer, C., Harlacher, M., Steireif, N. & Nitsch, V. (2022). Work 4.0: Human-Centered Work Design in the Digital Age. In W. Frenz (Hrsg.), *Handbook Industry 4.0* (Bd. 23, S. 985–1019). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64448-5_52

Myskovszky von Myrow, T.-M. D. (2017). *Teamwork during innovation projects.* Dissertation, RWTH Aachen University, Shaker Verlag.

Nafei, W. (2016). Organizational Agility: The Key to Organizational Success. *International Journal of Business and Management*, *11*(5), 296. https://doi.org/10.5539/ijbm.v11n5p296

Nerdinger, F. W. (2019). Teamarbeit. In F. W. Nerdinger, G. Blickle & N. Schaper (Hrsg.), *Arbeits- und Organisationspsychologie* (S. 119–134). Springer Berlin Heidelberg.

Nijssen, M. & Paauwe, J. (2012). HRM in turbulent times: how to achieve organizational agility? *The International Journal of Human Resource Management*, *23*(16), 3315–3335. https://doi.org/10.1080/09585192.2012.689160

Nitzl, C. (2010). Eine anwenderorientierte Einführung in Partial Least Square (PLS)-Methode. *SSRN Electronic Journal.* Vorab-Onlinepublikation. https://doi.org/10.2139/ssrn.2097324

North, K. (2018). Wissensmanagement für agile Organisationen. In B. Ackermann, O. Krancher, K. North, K. Schildknecht & S. Schorta (Hrsg.), *Erfolgreicher Wissenstransfer in agilen Organisationen. Hintergrund – Methodik - Fallbeispiele.* (S. 1–11). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19468-0_1

North, K. & Haas, O. (2014). Zwischen Experiment und Routine: Wie wird Wissensmanagement erwachsen? *Organisationsentwicklung*, *3*, 50–56.

Ortt, J. R. & Kamp, L. M. (2022). A technological innovation system framework to formulate niche introduction strategies for companies prior to large-scale diffusion. *Technological Forecasting and Social Change*, *180*(8), 1–17. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121671

Pagell, M. & LePine, J. A. (2002). Multiple case studies of team effectiveness in manufacturing organizations. *Journal of Operations Management*, *20*(5), 619–639. https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00030-X

Palm, A. (2022). Innovation systems for technology diffusion: An analytical framework and two case studies. *Technological Forecasting and Social Change*, *182*, 1–13. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121821

Petersen, K. & Wohlin, C. (2009). A comparison of issues and advantages in agile and incremental development between state of the art and an industrial case. *Journal of Systems and Software*, *82*(9), 1479–1490. https://doi.org/10.1016/j.jss.2009.03.036

Picciotto, R. (2020). Towards a ‘New Project Management’ movement? An international development perspective. *International Journal of Project Management*, *38*(8), 474–485. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.08.002

Pichler, R. (2013). *Scrum: Agiles Projektmanagement erfolgreich einsetzen*. dpunkt.Verlag.

Pinto, M. B., Pinto, J. K. & Prescott, J. E. (1993). Antecedents and Consequences of Project Team Cross-Functional Cooperation. *Management Science*, *39*(10), 1281–1297. https://doi.org/10.1287/mnsc.39.10.1281

Polzin, B. & Weigl, H. (2021). *Führung, Kommunikation und Teamentwicklung im Bauwesen*. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-31150-6

Prewett, M. S., Walvoord, A. A. G., Stilson, F. R. B., Rossi, M. E. & Brannick, M. T. (2009). The Team Personality–Team Performance Relationship Revisited: The Impact of Criterion Choice, Pattern of Workflow, and Method of Aggregation. *Human Performance*, *22*(4), 273–296. https://doi.org/10.1080/08959280903120253

Pütz, S., Rick, V., Mertens, A. & Nitsch, V. (2022). Using IoT devices for sensor-based monitoring of employees' mental workload: Investigating managers' expectations and concerns. *Applied Ergonomics*, *102*, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103739

Qin, R. & Nembhard, D. A. (2015). Workforce agility in operations management. *Surveys in Operations Research and Management Science*, *20*(2), 55–69. https://doi.org/10.1016/j.sorms.2015.11.001

Räcke, S. (2020). *Teamzusammensetzung als Determinante von Teamerfolg*. Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-28697-2

Ratzmann, M. (2015). Die Rolle des Teamdesigns für die Teamleistung. In M. Bornewasser, C. M. Schlick & R. B. Bouncken (Hrsg.), *Teamkonstellation und betriebliche Innovationsprozesse* (Bd. 80, S. 83–108). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-07386-2_4

Rick, V. B., Brandl, C., Mertens, A. & Nitsch, V. (2022). Psychosocial Demands and the Acceptance of Mental Health Risk Monitoring Systems at Work. In *15th International Conference on Human System Interaction (HSI)* (S. 1–6). IEEE. https://doi.org/10.1109/HSI55341.2022.9869508

Riesenhuber, F. (2009). Großzahlige empirische Forschung. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (S. 1–17). Gabler Verlag.

Ropohl, G. (2009). *Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik* (3. Aufl.). Universitätsverlag Karlsruhe.

Rossiter, J. R. (2002). The C-OAR-SE procedure for scale development in marketing. *International Journal of Research in Marketing*, *19*(4), 305–335. https://doi.org/10.1016/S0167-8116(02)00097-6

Röwenstrunk, M. & Mütze-Niewöhner, S. (2012). Vertrauen in Innovationsprojekten: Der Projektmanager als „Vertrauensmanager'. In *Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme - Wege zur gesunden, effizienten und sicheren Arbeit: Bericht zum 58. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft Februar 2012* (S. 735–738). GfA-Press.

Russo, D. (2021). The Agile Success Model. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, *30*(4), 1–46. https://doi.org/10.1145/3464938

Salas, E., Burke, C. S. & Cannon-Bowers, J. A. (2000). Teamwork: emerging principles. *International Journal of Management Reviews*, *2*(4), 339–356. https://doi.org/10.1111/1468-2370.00046

Salas, E., Cannon-Bowers, J. A. & Blickensderfer, E. L. (1993). Team Performance and Training Research: Emerging Principles. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, *83*(2), 81–106.

Salas, E., DiazGranados, D., Klein, C., Burke, C. S., Stagl, K. C., Goodwin, G. F. & Halpin, S. M. (2008). Does team training improve team performance? A meta-analysis. *Human Factors*, *50*(6), 903–933. https://doi.org/10.1518/001872008X375009

Salas, E., Dickinson, T. L., Converse, S. A. & Tannenbaum, S. I. (1992). Toward an understanding of team performance and training. In R. W. Swezey & E. Salas (Hrsg.), *Teams: Their Training and Performance* (S. 3–29). Bloomsbury Academic.

Salas, E., Reyes, D. L. & McDaniel, S. H. (2018). The science of teamwork: Progress, reflections, and the road ahead. *The American Psychologist*, *73*(4), 593–600. https://doi.org/10.1037/amp0000334

Salas, E., Sims, D. E. & Burke, C. S. (2005). Is there a “Big Five” in Teamwork? *Small Group Research*, *36*(5), 555–599. https://doi.org/10.1177/1046496405277134

San Cristóbal, J. R., Carral, L., Diaz, E., Fraguela, J. A. & Iglesias, G. (2018). Complexity and Project Management: A General Overview. *Complexity*, *2018*, 1–10. https://doi.org/10.1155/2018/4891286

Sarstedt, M., Hair, J. F., Ringle, C. M., Thiele, K. O. & Gudergan, S. P. (2016). Estimation issues with PLS and CBSEM: Where the bias lies! *Journal of Business Research*, *69*(10), 3998–4010. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.06.007

Sarstedt, M., Ringle, C. M., Henseler, J. & Hair, J. F. (2014). On the Emancipation of PLS-SEM: A Commentary on Rigdon. *Long Range Planning*, *47*(3), 154–160. https://doi.org/10.1016/j.lrp.2014.02.007

Sarstedt, M. & Wilczynski, P. (2009). More for Less? A Comparison of Single-Item and Multi-Item Measures. *Die Betriebswirtschaft*, *2*(69), 211–227.

Sarstedt, M., Wilczynski, P. & Melewar, T. C. (2013). Measuring reputation in global markets—A comparison of reputation measures' convergent and criterion validities. *Journal of World Business*, *48*(3), 329–339. https://doi.org/10.1016/j.jwb.2012.07.017

Schlick, C., Bruder, R. & Luczak, H. (2018). *Arbeitswissenschaft*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56037-2

Schloderer, M. P., Ringle, C. M. & Sarstedt, M. (2009). Einführung in die varianzbasierte Strukturgleichungsmodellierung. Grundlagen, Modellevaluation und Interaktionseffekte am Beispiel von SmartPLS. In M. Schwaiger & A. Meyer (Hrsg.), *Theorien und Methoden der Betriebswirtschaft* (S. 564–592). Vahlen. https://doi.org/10.15358/9783800644377_564

Schmelzer, H. J. (1992). *Organisation und Controlling von Produktentwicklungen: Praxis des wettbewerbsorientierten Entwicklungsmanagement*. *Management von Forschung, Entwicklung und Innovation: Bd. 11*. Schäffer-Poeschel.

Schmidt, C. (2016). *Agile Software Development Teams*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26057-0

Schmoch, U. (2007). Double-boom cycles and the comeback of science-push and market-pull. *Research Policy*, *36*(7), 1000–1015. https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.11.008

Schmutzler, C., Teufelhart, S., Reinhart, G. & Zäh, M. F. (2016). Neue Produktionstechnologien am Beispiel der additiven Verfahren. In U. Lindemann (Hrsg.), *Handbuch Produktentwicklung* (S. 953–977). Hanser. https://doi.org/10.3139/9783446445819.034

Schneider, S. (2015). *Agile Prozessplanung im Produktentstehungsprozess am Beispiel der Motorenproduktion*. Technische Universität Dortmund. *Schriftenreihe Industrial Engineering: Bd. 16*. Dissertation, Technische Universität Dortmund, Shaker Verlag.

Schonlau, M. & Toepoel, V. (2015). Straightlining in Web survey panels over time, *9*(2), 125–137. https://doi.org/10.18148/srm/2015.v9i2.6128

Schuh, G., Riesener, M., Mattern, C., Linnartz, M. & Basse, F. (2018). Evaluating collaboration productivity in interdisciplinary product development. *Procedia CIRP*, *70*(2), 211–216. https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.024

Schuh, G. & Bender, D. (2012). Strategisches Innovationsmanagement. In G. Schuh (Hrsg.), *Innovationsmanagement* (Bd. 43, S. 17–55). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25050-7_2

Schuh, G., Klappert, S. & Moll, T. (2011). Ordnungsrahmen Technologiemanagement. In G. Schuh & S. Klappert (Hrsg.), *Technologiemanagement* (Bd. 29, S. 11–31). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12530-0_3

Schuh, G., Klappert, S., Schubert, J. & Nollau, S. (2011). Grundlagen zum Technologiemanagement. In G. Schuh & S. Klappert (Hrsg.), *Technologiemanagement* (Bd. 93, S. 33–54). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12530-0_4

Schwaber, K. (2007). *Agiles Projektmanagement mit Scrum*. Microsoft Press.

Schweigert-Recksiek, S. & Lindemann, U. (2020). Choosing the right measures to improve collaboration between design and simulation departments. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference*, *1*, 727–736. https://doi.org/10.1017/dsd.2020.57

Sharifi, H. & Zhang, Z. (1999). A methodology for achieving agility in manufacturing organisations: An introduction. *International Journal of Production Economics*, *62*(1-2), 7–22. https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00217-5

Sheffield, J. & Lemétayer, J. (2013). Factors associated with the software development agility of successful projects. *International Journal of Project Management*, *31*(3), 459–472. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.09.011

Sherehiy, B. & Karwowski, W. (2014). The relationship between work organization and workforce agility in small manufacturing enterprises. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *44*(3), 466–473. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2014.01.002

Sherehiy, B., Karwowski, W. & Layer, J. K. (2007). A review of enterprise agility: Concepts, frameworks, and attributes. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *37*(5), 445–460. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2007.01.007

Sinsel, S. R., Riemke, R. L. & Hoffmann, V. H. (2020). Challenges and solution technologies for the integration of variable renewable energy sources - a review. *Renewable Energy*, *145*, 2271–2285. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.147

So, C. & Scholl, W. (2009). Perceptive Agile Measurement: New Instruments for Quantitative Studies in the Pursuit of the Social-Psychological Effect of Agile Practices. In P. Abrahamsson, M. Marchesi & F. Maurer (Hrsg.), *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming* (Bd. 31, S. 83–93). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-01853-4_11

Sommer, A. F., Hedegaard, C., Dukovska-Popovska, I. & 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.

Specht, G., Beckmann, C. & Amelingmeyer, J. (2002). *F&E-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement* (2. Aufl.). Schäffer-Poeschel.

Stachowiak, H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie*. Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-8327-4

Statistisches Bundesamt. (2019). *Statistisches Jahrbuch Deutschland 2019*. Statistisches Bundesamt.

Statistisches Bundesamt. (2021). *Innovationsintensität: Anteil der Innovationsaufwendungen am Gesamtumsatz in den Wirtschaftsbranchen in Deutschland im Jahr 2021*. https://de.statista.com/statistik/daten/studie/253952/umfrage/innovationsintensitaet-des-maschinenbaus-in-deutschland/

Steinke, I. (2019). Gütekriterien qualitativer Forschung. In U. Flick, E. v. Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung: Ein Handbuch* (13. Aufl., S. 319–331). Rowohlt Taschenbuch Verlag.

Steireif, N., Kranz, M., Langhanki, J., Imorde, J., Maetschke, J. & Mütze-Niewöhner, S. (2023). Potenzialanalyse von KI-Anwendungen in der Produktion. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, *118*(4), 258–264. https://doi.org/10.1515/zwf-2023-1052

Steireif, N., Nitsch, V. & Mütze-Niewöhner, S. (2023a). Design Factors for Organizational Agility in Power Technology Development: An Interview Study in Germany. *International Journal of Innovation and Technology Management (IJITM)*, *18*(4), 1–33. https://doi.org/10.1142/S0219877023500220

Steireif, N., Nitsch, V. & Mütze-Niewöhner, S. (2023b). Gestaltung von agilen Organisations- und Teamstrukturen: Ergebnisse einer Interviewstudie mit Entwickler*innen von Energietechnologien. In *Nachhaltig Arbeiten und Lernen - Analyse und Gestaltung lernförderlicher und nachhaltiger Arbeitssysteme und Arbeits- und Lernprozesse: Bericht zum 69. Frühjahrskongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft* (S. 1–2). GfA-Press.

Steireif, N., Schirmer, M., Schnitzler, M. & Mütze-Niewöhner, S. (2020). Towards an Extended Team Model for Agile Development of Complex Products. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 280–284. https://doi.org/10.1109/IEEM45057.2020.9309811

Stock, G. N. & Tatikonda, M. V. (2008). The joint influence of technology uncertainty and interorganizational interaction on external technology integration success. *Journal of Operations Management*, *26*(1), 65–80. https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.04.003

Stone, M. (1974). Cross-Validatory Choice and Assessment of Statistical Predictions. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, *36*(2), 111–133. https://doi.org/10.1111/J.2517-6161.1974.TB00994.X

Stowasser, S. & Peschl, A. (2019). Arbeitswelt im Wandel: Qualifizierung resilienzfördernder Führung. In D. Spath & B. Spanner-Ulmer (Hrsg.), *Digitale Transformation – Gutes Arbeiten und Qualifizierung aktiv gestalten* (S. 143–162). GITO Verlag.

Stranzenbach, R. A. (2018). *Analyse und Gestaltung von Gruppenarbeit in ganzheitlichen Produktionssystemen.* Dissertation, RWTH Aachen University, Shaker Verlag.

Strode, D., Dingsøyr, T. & Lindsjørn, Y. (2022). A teamwork effectiveness model for agile software development. *Empirical Software Engineering*, *27*(2), 27. https://doi.org/10.1007/s10664-021-10115-0

Su, H.-N. & Moaniba, I. M. (2017). Investigating the dynamics of interdisciplinary evolution in technology developments. *Technological Forecasting and Social Change*, *122*, 12–23. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.024

Sundstrom, E., McIntyre, M., Halfhill, T. & Richards, H. (2000). Work groups: From the Hawthorne studies to work teams of the 1990s and beyond. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, *4*(1), 44–67. https://doi.org/10.1037//1089-2699.4.1.44

Sutherland, J. (2022). *The Scrum@Scale Guide: The definitive guide to Scrum@Scale: Scaling that works*. Scrum Inc.

Taherdoost, H. (2019). What Is the Best Response Scale for Survey and Questionnaire Design: Review of Different Lengths of Rating Scale / Attitude Scale / Likert Scale. *International Journal of Academic Research in Management*, *8*(1), 1–10.

Takeuchi, H. & Nonaka, I. (1986). The new new product development game. *Harvard Business Review*, 137–138.

Tamtam, F. & Tourabi, A. (2020). A Framework for Measuring Workforce Agility: Fuzzy Logic Approach Applied in a Moroccan Manufacturing Company. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, *5*(3), 411–418. https://doi.org/10.25046/aj050352

Tannenbaum, S. I., Beard, R. L. & Salas, E. (1992). Team Building and its Influence on Team Effectiveness: An Examination of Conceptual and Empirical Developments. *Issues, Theory, and Research in Industrial/Organizational Psychology,* 82, S. 117–153.

Tannenbaum, S. I. & Cerasoli, C. P. (2013). Do team and individual debriefs enhance performance? A meta-analysis. *Human Factors*, *55*(1), 231–245. https://doi.org/10.1177/0018720812448394

Teece, D., Peteraf, M. & Leih, S. (2016). Dynamic Capabilities and Organizational Agility: Risk, Uncertainty, and Strategy in the Innovation Economy. *California Management Review*, *58*(4), 13–35. https://doi.org/10.1525/cmr.2016.58.4.13

Trepper, T. (2012). *Agil-systemisches Softwareprojektmanagement*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

Tsourveloudis, N. & Valavanis, K. (2002). On the Measurement of Enterprise Agility. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, *33*(3), 329–342. https://doi.org/10.1023/A:1015096909316

Turner, R. (2007). Toward Agile Systems Engineering Processes. *CrossTalk - The Journal of Defense Software Engineering*, 11–15.

van Vaerenbergh, Y. & Thomas, T. D. (2013). Response Styles in Survey Research: A Literature Review of Antecedents, Consequences, and Remedies. *International Journal of Public Opinion Research*, *25*(2), 195–217. https://doi.org/10.1093/ijpor/eds021

Vázquez-Bustelo, D., Avella, L. & Fernández, E. (2007). Agility drivers, enablers and outcomes. *International Journal of Operations & Production Management*, *27*(12), 1303–1332. https://doi.org/10.1108/01443570710835633

Verein deutscher Ingenieure (VDI) (2000). *Technikbewertung - Begriffe und Grundlagen* (VDI 3780).

Vidal, L.-A. & Marle, F. (2008). Understanding project complexity: Implications on project management. *Kybernetes*, *37*(8), 1094–1110. https://doi.org/10.1108/03684920810884928

Vidgen, R. & Wang, X. (2009). Coevolving Systems and the Organization of Agile Software Development. *Information Systems Research*, *20*(3), 355–376. https://doi.org/10.1287/isre.1090.0237

Weck, O. de, Eckert, C. & Clarkson, J. (2007). A classification of uncertainty for early product and system design. *International Conference of Engineering Design (ICED)*, 1–12.

Weiber, R. & Mühlhaus, D. (2014). *Strukturgleichungsmodellierung*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35012-2

Wendler, R. (2016). Dimensions of Organizational Agility in the Software and IT Service Industry – Insights from an Empirical Investigation. *Communications of the Association for Information Systems (CAIS)*, *39*, 439–482. https://doi.org/10.17705/1CAIS.03921

Werther, S. (2022). Kreativität und Innovation in Organisationen – Relevante Ebenen der Betrachtung und zentrale Ansatzpunkte. In M. Landes, E. Steiner & T. Utz (Hrsg.), *Kreativität und Innovation in Organisationen* (Bd. 45, S. 9–27). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-63117-1_2

Westermann, R. (1985). Empirical Tests of Scale Type for Individual Ratings. *Applied Psychological Measurement*, *9*(3), 265–274. https://doi.org/10.1177/014662168500900304

Wheelan, S. A. (2009). Group Size, Group Development, and Group Productivity. *Small Group Research*, *40*(2), 247–262. https://doi.org/10.1177/1046496408328703

Wilson, C. & Grubler, A. (2013). The Energy Technology Innovation System. In A. Grubler & C. Wilson (Hrsg.), *Energy Technology Innovation* (Bd. 1, S. 11–29). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139150880.004

Wittpahl, V. (2019). *Künstliche Intelligenz*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58042-4

Wolf, E. J., Harrington, K. M., Clark, S. L. & Miller, M. W. (2013). Sample Size Requirements for Structural Equation Models: An Evaluation of Power, Bias, and Solution Propriety. *Educational and Psychological Measurement*, *76*(6), 913–934. https://doi.org/10.1177/0013164413495237

Xu, X., Zhang, W. & Barkhi, R. (2010). IT infrastructure capabilities and IT project success: a development team perspective. *Information Technology and Management*, *11*(3), 123–142. https://doi.org/10.1007/s10799-010-0072-3

Xu, X., Jiang, L. & Wang, H.-J. (2019). How to build your team for innovation? A cross-level mediation model of team personality, team climate for innovation, creativity, and job crafting. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, *92*(4), 848–872. https://doi.org/10.1111/joop.12277

Yusuf, Y.Y., Sarhadi, M. & Gunasekaran, A. (1999). Agile Manufacturing: The drivers, concepts and attributes. *International Journal of Production Economics*, *62*(1-2), 33–43. https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00219-9

Zhang, Z. & Sharifi, H. (2000). A methodology for achieving agility in manufacturing organisations. *International Journal of Operations & Production Management*, *20*(4), 496–513. https://doi.org/10.1108/01443570010314818

Zhao, X., Lynch, J. G. & Chen, Q. (2010). Reconsidering Baron and Kenny: Myths and Truths about Mediation Analysis. *Journal of Consumer Research*, *37*(2), 197–206. https://doi.org/10.1086/651257

Zhou, J. & Shalley, C. E. (2011). Deepening our understanding of creativity in the workplace: A review of different approaches to creativity research. In S. Zedeck (Hrsg.), *APA handbook of industrial and organizational psychology, Vol 1: Building and developing the organization* (S. 275–302). American Psychological Association. https://doi.org/10.1037/12169-009

Zink, K. J., Kötter, W., Longmuß, J. & Thul, M. J. (2015). *Veränderungsprozesse erfolgreich gestalten*. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44702-4

III Formelzeichen und Abkürzungen

Formelzeichen	Beschreibung
α	Cronbachs Alpha
α	Irrtumswahrscheinlichkeit
β	Pfadkoeffizient zwischen zwei abhängigen Variablen
γ	Pfadkoeffizient zwischen unabhängiger und abhängiger Variable
δ	Messfehler
ε	Messfehler
λ	Faktorladung
π	Indikatorgewicht
ρ_c	Konstruktreliabilität
f^2	Effektstärke
Q^2	Q^2-Wert (Gütemaß für Out-of-Sample-Prognosefähigkeit)
R^2	Bestimmtheitsmaß
$R^2_{included}$	Bestimmtheitsmaß mit exogener Variable
$R^2_{excluded}$	Bestimmtheitsmaß ohne exogene Variable
r	Pearson-Korrelationskoeffizient

Abkürzung	Beschreibung
AOC	Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen (Agility of the Organizational Context)
ATS	Agilität der Teamstruktur (Agility of the Team Structure)
BCa	Bias-corrected and accelerated
CB-SEM	Covariance-based Structural Equation Modeling
DEV	durchschnittlich erfasste Varianz
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
EN	Europäische Norm
F&E	Forschung und Entwicklung
HTMT	Heterotrait-Monotrait
IA	Individualagilität (Individual Agility)
IPO	Input-Prozess-Output
ISO	International Organization for Standardization
IMO	Input-Mediator-Output
n.s.	nicht signifikant
OA	Organisationale Agilität
PC	Komplexität des Projekts (Project Complexity)
PLS-SEM	Partial Least Squares based Structural Equation Modeling
QAM	Qualität der agilen methodischen Unterstützung (Quality of the Agile Method Support)
SEM	Structural Equation Modeling
SRMR	Standardized-Root-Median-Square-Residual
STP	Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts (Success of the Technology Development Project)
TWQ	Qualität der Teamzusammenarbeit (Teamwork Quality)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VIF	Varianzinflationsfaktor

IV Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Branchenübergreifende Innovationsausgaben in Deutschland (in Milliarden Euro) (vgl. BMBF Datenportal [Tabelle 1.8.8], 2022)..... 1

Abbildung 2: Heuristischer Bezugsrahmen und Einordnung der Forschungsfragen dieser Arbeit. 5

Abbildung 3: Stufen der Theoriebildung i.A.a. Riesenhuber (2009, S. 6), erweitert um den Forschungsprozess in dieser Arbeit (eigene Darstellung). 6

Abbildung 4: Inhaltliche Verortung der Technologieentwicklung in der F&E (kombinierte Darstellung i. A. a. Engeln (2006, S. 3), Klappert et al. (2011, S. 224) und Specht et al. (2002, S. 16))..... 9

Abbildung 5: Quellen von Unsicherheit in technischen Entwicklungsprojekten in Anlehnung an Weck et al., 2007, S. 4; eigene Übersetzung. 13

Abbildung 6: Agiles Manifest und agile Vorgehensweisen in Anlehnung an Dogs und Klimmer (2005), entnommen aus Schneider (2015, S. 61). 16

Abbildung 7: Dokumentation des Vorgehens zur systematischen Literaturrecherche anhand der STARLITE-Kriterien nach Booth (2006). 20

Abbildung 8: Strukturelle und kompositorische Teammerkmale sowie mediierende Mechanismen in der Teamforschung in Anlehnung an Mathieu et al. (2017, S. 456) und (2019, S. 3); (“Reproduced with permission from American Psychological Association. No further reproduction or distribution is permitted.”). 29

Abbildung 9: Vorgehen zur systematischen Literaturrecherche. 35

Abbildung 10: Modell nach Sharifi und Zhang (1999, S.11); (“Reprinted with permission from Elsevier; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.”). 38

Abbildung 11: Modell von Crocitto und Youssef (2003); (“Used with permission of Emerald Publishing Limited; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.”)..39

Abbildung 12: Modell von Vazquez-Bustelo, Avella und Fernandez (2007); (“Used with permission of Emerald Publishing Limited; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.”). 40

Abbildung 13: Modell von Chow und Cao (2008); eigene zusammengeführte Darstellung. ..42

Abbildung 14: Human-Work Organization Modell von Sherehiy und Karwowski (2014); (“Used with permission of Elsevier Science & Technology Journals; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.”). 45

Abbildung 15: Modell von Liu et al. (2015); (“Used with permission of Elsevier Science & Technology Journals; permission conveyed through Copyright Clearance Center, Inc.”). 46

Abbildung 16: Zusammenfassende Ergebnisdarstellung der systematischen Literaturanalyse. 51

Abbildung 17: Aufbau des Interviewleitfadens (links) und Kurzbeschreibung der betrachteten organisationalen Dimensionen (rechts).....56

Abbildung 18: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete „Zielgrößen von Agilität in der Technologieentwicklung“ entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).....63

Abbildung 19: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Individualebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen). 64

Abbildung 20: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Teamstrukturebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).....66

Abbildung 21: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Teamprozessebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).....67

Abbildung 22: Aus den Expert*inneninterviews (N=28) abgeleitete Faktoren organisationaler Agilität in der Technologieentwicklung auf Unternehmensebene entsprechend ihrer Anzahl an Nennungen (nur Kategorien mit mindestens sechs Nennungen).....69

Abbildung 23: Beispielhafte Darstellung eines vollständigen Pfadmodells i.A.a. Schloderer et al. (2009, S. 586). 73

Abbildung 24: Systematische Vorgehensweise zur PLS-basierten Strukturgleichungsmodellierung in Anlehnung an Hair et al. (2017, S. 26); eigene Darstellung ergänzt um für die vorliegende Arbeit relevante Zwischenschritte (gestrichelt).....75

Abbildung 25: Abstrahierte IPO-Modellstruktur als Grundlage für die Modellentwicklung in dieser Arbeit (kombinierte Darstellung i. A. a. McGrath, 1964, Tannenbaum et al., 1992 und Högl & Gemünden, 2000). 77

Abbildung 26: Input-Größen des zu untersuchenden Teammodells.....78

Abbildung 27: Input- und Prozessgrößen des zu untersuchenden Teammodells. 79

Abbildung 28: Input-, Prozess- und Output-Größen des Untersuchungsmodells. 80

Abbildung 29: Zusammenfassung der Hypothesen im Strukturmodell. 91

Abbildung 30: Strukturmodell und Messmodelle des Forschungsvorhabens. 106

Abbildung 31: Branchenverteilung der Stichprobe (n=332). 114

Abbildung 32: Unternehmensgröße der Stichprobe (n=332). 114

Abbildung 33: Verortung der Projekte auf der Technologiereifegradskala (n=332; Mehrfachnennungen möglich). 116

Abbildung 34: Verteilung der Projekte entsprechend der Projektteamgrößen (n=332). 117

Abbildung 35: Vereinfachtes Mediatormodell in Anlehnung an Hair et al. (2017, S. 196). ...135

Abbildung 36: Ergebnisdarstellung der direkten Pfadbeziehungen im Strukturmodell. 141

Abbildung 37: Darstellung der Modellkonstrukte inklusive der für die Ableitung von Gestaltungsempfehlungen relevanten Indikatoren. 152

Abbildung 38: Zusammenfassende Übersicht der abgeleiteten Gestaltungsempfehlungen und Zielgruppen.....170

V Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Analyse der Definitionen von OA unter Berücksichtigung von Anwendungskontext und organisationaler Bezugsebene (i.A.a. Steireif et al. 2023a, S. 12). 22

Tabelle 2: Reviews und Meta-Analysen in der Teameffektivitätsforschung seit 2012 (vgl. Bell et al., 2017; Bell et al., 2018; Jong et al., 2016; Lacerenza et al., 2018; Marlow et al., 2018; Mathieu et al., 2019; Mathieu et al., 2014; Mathieu et al., 2017; Salas et al., 2018; Tannenbaum & Cerasoli, 2013). 29

Tabelle 3: Beschreibung der interviewten Expert*innen der Stichprobe. 58

Tabelle 4: Beispielhaftes Vorgehen bei der Kategorienbildung zu Herausforderungen in der Technologieentwicklung. 59

Tabelle 5: Bestehende Messmodelle zu organisationaler Agilität. 94

Tabelle 6: Operationalisierung des Konstrukts „Projekterfolg“. 98

Tabelle 7: Operationalisierung des Konstrukts „Qualität der Teamzusammenarbeit“. 99

Tabelle 8: Operationalisierung des Konstrukts „Komplexität des Projekts“. 100

Tabelle 9: Operationalisierung des Konstrukts „Agilität der betrieblichen Rahmenbedingungen“. 101

Tabelle 10: Operationalisierung des Konstrukts „Agilität der Teamstruktur“. 102

Tabelle 11: Operationalisierung des Konstrukts „Individualagilität“. 103

Tabelle 12: Operationalisierung des Konstrukts „Qualität der agilen methodischen Unterstützung“. 104

Tabelle 13: Operationalisierung der Gobalitems. 105

Tabelle 14: Sechsstufige Likert-Skala in Anlehnung an Moosbrugger (2012). 108

Tabelle 15: Indikatorreliabilität für das reflektive Konstrukt „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“. 120

Tabelle 16: Kreuzladungen der Indikatoren des Konstrukts "Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts". 122

Tabelle 17: Überprüfung des Fornell-Larcker-Kriteriums zur Prüfung auf Diskriminanzvalidität. 123

Tabelle 18: Übersicht über die Prüfgrößen zur Konvergenzvalidität der formativen Konstrukte. 125

Tabelle 19: Pearson-Korrelationskoeffizienten der formativen Konstrukte. 128

Tabelle 20: VIF-Werte der exogenen Variablen. 129

Tabelle 21: Bestimmtheitsmaße der latenten endogenen Konstrukte „Qualität der Teamzusammenarbeit“ und „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“. 131

Tabelle 22: Pfadkoeffizienten und Effektstärken im Strukturmodell. 132

Tabelle 23: Ergebnisübersicht der geprüften Hypothesen der direkten Pfadbeziehungen. .134

Tabelle 24: Indirekte Pfadbeziehungen im Strukturmodell. 136

Tabelle 25: Ergebnisübersicht der geprüften Mediationshypothesen. 137

Tabelle 26: Totale Effekte der exogenen Modellvariablen auf die endogene Variable „Erfolg des Technologieentwicklungsprojekts“ 137

Tabelle 27: Kennwerte (Pfadkoeffizienten und *t*-Werte) zur Prüfung der Kontrollvariablen. 140

Tabelle 28: Übersicht über die datenbankspezifischen Suchterme. 204

Tabelle 29: Anzahl an Treffern im Rahmen der Datenbankabfrage. 205

Tabelle 30: Deskriptive Statistik zu den erhobenen Indikatoren. 218

Tabelle 31: Übersicht über die Kriterien zur Güteprüfung der formativen Konstrukte. 220

Tabelle 32: Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen den Modellkonstrukten. 221

VI Anhang

A.1. Dokumentation der systematischen Literaturanalyse

Tabelle 28: Übersicht über die datenbankspezifischen Suchterme.

	Deutsch	Englisch
EBSCOhost	(agil OR Agilität) N5 (Organisation OR Gruppe OR Team) N5 (Modell OR Gestaltungsrahmen)	(agile OR agility) N5 (organisation OR organization OR group OR team) N5 (model OR framework)
JSTOR (Full Text, All content)	("agil Modell Organisation"~5) OR ("agil Modell Gruppe"~5) OR ("agil Modell Team"~5) OR ("agil Gestaltungsrahmen Organisation"~5) OR ("agil Gestaltungsrahmen Gruppe"~5) OR ("agil Gestaltungsrahmen Team"~5) OR ("Agilität Modell Organisation"~5) OR ("Agilität Modell Gruppe"~5) OR ("Agilität Modell Team"~5) OR ("Agilität Gestaltungsrahmen Organisation"~5) OR ("Agilität Gestaltungsrahmen Gruppe"~5) OR ("Agilität Gestaltungsrahmen Team"~5)	("agile model organisation"~5) OR ("agile model organization"~5) OR ("agile model group"~5) OR ("agile model team"~5) OR ("agile framework organisation"~5) OR ("agile framework organization"~5) OR ("agile framework group"~5) OR ("agile framework team"~5) OR ("agility model organisation"~5) OR ("agility model organization"~5) OR ("agility model group"~5) OR ("agility model team"~5) OR ("agility framework organisation"~5) OR ("agility framework organization"~5) OR ("agility framework group"~5) OR ("agility framework team"~5)
Emerald	(agil OR Agilität) AND (Modell OR Gestaltungsrahmen) AND (Organisation OR Gruppe OR Team)	(agile OR agility) AND (model OR framework) AND (organisation OR organization OR group OR team)
Google Scholar	agil AND (("Organisationsmodell" OR "Gruppenmodell" OR "Teammodell") OR agil AND ("Organisation*Gestaltungsrahmen" OR "Gruppe*Gestaltungsrahmen“ OR "Team*Gestaltungsrahmen")) OR Agilität AND (("Organisationsmodell" OR "Gruppenmodell" OR "Teammodell") OR Agilität AND ("Organisation*Gestaltungsrahmen" OR "Gruppe*Gestaltungsrahmen“ OR "Team*Gestaltungsrahmen"))	agile AND ((“organisation*model” OR “organization*model” OR “group*model” OR “team*model”) OR agil AND “organization*framework” OR “organization*framework” OR “group*framework” OR “team*framework”) OR agility AND ((“organisation*model” OR “organization*model” OR “group*model” OR “team*model”) OR agility AND “organization*framework” OR “organization*framework” OR “group*framework” OR “team*framework”)

IEEE Xplore	(agil NEAR/5 (Modell OR Gestaltungsrahmen) NEAR/5 (Organisation OR Gruppe OR Team)) OR (Agilität NEAR/5 (Modell OR Gestaltungsrahmen) NEAR/5 (Organisation OR Gruppe OR Team))	(agile NEAR/5 (model OR framework) NEAR/5 (organization OR organization OR group OR team)) OR (agility NEAR/5 (model OR framework) NEAR/5 (organisation OR organization OR group OR team))
ScienceDirect	(agil W/5 (Modell OR Gestaltungsrahmen) W/5 (Organisation OR Gruppe OR Team)) OR (Agilität W/5 (Modell OR Gestaltungsrahmen) W/5 (Organisation OR Gruppe OR Team))	(agile W/5 (model OR framework) W/5 (organisation OR organization OR group OR team)) OR (agility W/5 (model OR framework) W/5 (organisation OR organization OR group OR team))
SpringerLink	(agil* NEAR/5 (Modell OR Gestaltungsrahmen) NEAR/5 (Organisation OR Gruppe OR Team)) OR (Agilität NEAR/5 (Modell OR Gestaltungsrahmen) NEAR/5 (Organisation OR Gruppe OR Team))	(agile NEAR/5 (model OR framework) NEAR/5 (organisation OR organization OR group OR team)) OR (agility NEAR/5 (model OR framework) NEAR/5 (organisation OR organization OR group OR team))
Web of Science	TS=((agil AND (Modell OR Gestaltungsrahmen) AND (Organisation OR Gruppe OR Team)) OR (Agilität AND (Modell OR Gestaltungsrahmen) AND (Organisation OR Gruppe OR Team)))	TS=((agile AND (model OR framework) AND (organisation OR organization OR group OR team)) OR (agility AND (model OR framework) AND (organisation OR organization OR group OR team)))

Tabelle 29: Anzahl an Treffern im Rahmen der Datenbankabfrage.

Datenbank	Anzahl an Treffern	
	Deutsch	Englisch
EBSCOhost	0	100
JSTOR	0	7
Emerald	0	111
Google Scholar	21	3694
IEEE Xplore	0	197
ScienceDirect	2	1008
SpringerLink	11	226
Web of Science	0	1241

A.2. Fragebogen zur Fragebogenstudie

Fragebogen

1 Start

Sehr geehrte Damen und Herren,

das **Institut für Arbeitswissenschaft** der **RWTH Aachen University** führt im Rahmen des öffentlich geförderten Forschungsprojekts "DC-Sozio-Ökonomik" eine Befragung durch, um Faktoren erfolgreicher Teamarbeit in technischen Forschungs- und Entwicklungsprojekten zu identifizieren.

Die Beantwortung des Fragebogens wird ca. **15 Minuten** dauern. Antworten Sie bitte spontan. Wir sind an Ihrer Meinung interessiert, deshalb gibt es keine richtigen oder falschen Antworten.

Ihre Daten werden **anonymisiert** ausgewertet und ausschließlich für die Gewinnung von Forschungserkenntnissen genutzt.

Mit Ihrer Teilnahme unterstützen Sie zudem ein Promotionsvorhaben.

Kontaktieren Sie uns gerne jederzeit bei Rückfragen zur Befragung. Wir bedanken uns herzlich für Ihre Teilnahme!

Niklas Steireif, M. Sc.	**Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner**
Wissenschaftlicher Mitarbeiter	Abteilungsleiterin
RWTH Aachen University	RWTH Aachen University
Institut für Arbeitswissenschaft	Institut für Arbeitswissenschaft
Abteilung Arbeitsorganisation	Abteilung Arbeitsorganisation
n.steireif@iaw.rwth-aachen.de	s.muetze@iaw.rwth-aachen.de

2 Datenschutz-Zustimmung

Informationen zur Datenverarbeitung

Welche personenbezogenen Daten werden erhoben und verwendet?
Im Rahmen der Befragung werden einige persönliche Daten erfasst (Alter, Geschlecht und Informationen zum Beruf). Ihre Daten werden aber vollständig anonymisiert. Es ist nicht möglich, von den von Ihnen gemachten Angaben auf Sie als Person rückzuschließen.

Wie lange werden Ihre persönlichen Daten verarbeitet?
Ihre Daten werden mindestens 10 Jahre gespeichert.

Rechtliche Grundlagen für die Verarbeitung Ihrer Daten
Die Verarbeitung der personenbezogenen Daten erfolgt unter Zustimmung der Teilnehmer*innen. Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie können die Teilnahme jederzeit durch Schließen des Browser-Fensters beenden.

Wer hat Zugang zu Ihren persönlichen Daten?
Die Daten werden nur zu wissenschaftlichen Zwecken gesammelt und ausgewertet. Aufzeichnung und Auswertung der Daten erfolgen anonymisiert am Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen University. Die Daten können für Forschungsarbeiten auch von anderen Personen verwendet werden.

Datenübermittlung in ein Land außerhalb der EU/EWR
Die Daten werden innerhalb Deutschlands gespeichert und ausgewertet, können aber im Zuge von Open Science auch Personen außerhalb der EU zur Verfügung gestellt werden.

Vertragliche Vorschrift
Die Angabe der Daten ist freiwillig. Die Umfrage kann jederzeit ohne Angabe von Gründen abgebrochen werden. Es entstehen daraus keinerlei Nachteile.

Automatisierter Entscheidungsprozess
Es erfolgen keine automatisierten Entscheidungsprozesse.

Rechte der Datensubjekte
Die Umfrage erfolgt vollständig anonymisiert. Ein Datensatz kann keiner bestimmten Person zugeordnet werden, sodass eine Löschung oder Korrektur zu einem späteren Zeitpunkt nicht möglich ist.

Ihr Recht auf Widerruf der Zustimmung
Sie können Ihre Zustimmung jederzeit widerrufen. Hierbei ist zu beachten, dass die Verarbeitung der Daten vor dem Widerruf der Zustimmung rechtmäßig bleibt.

Ich stimme der Verarbeitung meiner persönlichen Daten gemäß den hier gemachten Angaben zu.

- ○ Ich stimme zu - Fragebogen beginnen
- ○ Abbruch

3.1 Abbruch-Datenschutz

Screen Out

Leider ist das Einverständnis erforderlich.
Die Beantwortung des Fragebogens wird damit für Sie an dieser Stelle vorzeitig beendet.

Dennoch vielen herzlichen Dank für Ihre Bereitschaft zur Teilnahme!

Ihre Angaben wurden gespeichtert.

Bitte schließen Sie dieses Fenster.

4 Prüfungfragen

Sind Sie in Ihrer täglichen Arbeit in Ihrer Organisation/ Ihrem Unternehmen an technischen Entwicklungs-/ Vorentwicklungs- oder Forschungsprojekten beteiligt?

- ○ Ja
- ○ Nein

Haben Sie bereits aktiv an mindestens einem abgeschlossenen Projekt als Teil eines Projektteams mitgewirkt?

- ○ Ja
- ○ Nein

5.1 Filter-Screen-Out

Screen Out

Leider gehören Sie nicht zur Zielgruppe dieser Befragung.
Die Beantwortung des Fragebogens wird damit für Sie an dieser Stelle vorzeitig beendet.

Dennoch vielen herzlichen Dank für Ihre Bereitschaft zur Teilnahme!

Ihre Angaben wurden gespeichtert.

Bitte schließen Sie dieses Fenster.

6 InfoOrganisation

Bitte beantworten Sie kurz einige Fragen zu Ihrer Organisation bzw. Ihrem Unternehmen:

Welchem Sektor ist Ihre Organisation/ Ihr Unternehmen zuzuordnen?

- ○ Staatliche oder private Institution ohne Erwerbszweck
- ○ Hochschule
- ○ Wirtschaft
- ○ Sonstiges: _____

Bitte geben Sie die Branche an, der Ihre Organisation/ Ihr Unternehmen fachlich/ thematisch am ehesten zuzuordnen ist.

- ○ Automobil- und Kraftfahrzeugbau
- ○ Maschinenbau
- ○ Chemisch-pharmazeutische Industrie
- ○ Elektrotechnik/ Elektronik/ Elektrische Energietechnik
- ○ Baugewerbe
- ○ Metallerzeugung und Verarbeitung
- ○ Kunststoffindustrie
- ○ Informationstechnologie (IT)
- ○ Hochschule/ Forschungsinstitut/ technische Dienstleistung
- ○ Sonstiges: _____

Wie viele Beschäftigte sind in Ihrer Organisation/ Ihrem Unternehmen insgesamt tätig?

- ○ weniger als 50
- ○ zwischen 50 und 250
- ○ zwischen 251 und 1000
- ○ mehr als 1000

In welcher Größenordnung liegt der Jahresumsatz Ihrer Organisation/ Ihres Unternehmens?

- ○ weniger als 250.000 Euro
- ○ zwischen 250.000 und 2 Mio. Euro
- ○ zwischen 2 Mio. Euro und 10 Mio. Euro
- ○ zwischen 10 Mio. Euro und 50 Mio. Euro
- ○ über 50 Mio. Euro
- ○ Weiß ich nicht.

7 Szenario-Einführung

Wichtiger Hinweis:
Denken Sie bei der Beantwortung der weiteren Fragen bitte an ein **abgeschlossenes Entwicklungs-/ Vorentwicklungs- oder Forschungsprojekt**, an dem Sie mitgewirkt haben und das Sie in Bezug auf die **Ergebnisse** und den **Projektverlauf gut in Erinnerung** haben.

Bitte nutzen Sie dieses Projekt als Referenz für die Beantwortung des Fragebogens!

Bei Fragen zum **Team** beziehen Sie sich bitte auf das **Projektteam,** in dem Sie in diesem **Projekt tätig waren.**

- ○ Ich habe den Hinweis zu Kenntnis genommen.

8 Forschungs- und Entwicklungsleistung

Bitte geben Sie kurz einige Informationen zu dem von Ihnen gewählten Projekt an:

Was war das Entwicklungsziel des Projektes?

- ○ neues Produkt
- ○ neues Material

- ○ neuer Prozess/ neues Verfahren
- ○ neue Systemlösung
- ○ Sonstiges: _____

Optional: Wie viele Patente oder Gebrauchsmuster wurden im Rahmen des Projektes angemeldet und/ oder erteilt?

- ☐ Angemeldet: _____
- ☐ Erteilt: _____

Welcher Phase der Forschung & Entwicklung würden Sie das Projekt am ehesten zuordnen?

- ○ Forschung
- ○ Vorentwicklung
- ○ Technologieentwicklung
- ○ Produkt(neu)entwicklung
- ○ Andere: _____

Welchen Technologiereifegraden (TRL) würden Sie das Projekt am ehesten zuordnen? (Mehrfachauswahl möglich)

- ☐ TRL 1: Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips
- ☐ TRL 2: Beschreibung der Anwendung der Technologie
- ☐ TRL 3: Nachweis der Funktionsfähigkeit der Technologie
- ☐ TRL 4: Versuchsaufbau im Labor
- ☐ TRL 5: Versuchsaufbau in (simulierter/ vereinfachter) Einsatzumgebung
- ☐ TRL 6: Prototyp in (simulierter/vereinfachter) Einsatzumgebung
- ☐ TRL 7: Prototyp im (realen) Einsatz
- ☐ TRL 8: Nachweis der Funktionsfähigkeit im Einsatzbereich (Zulassungsprozess abgeschlossen)
- ☐ TRL 9: Technologie im Markt

Welcher Projektmanagementansatz wurde im Projekt angewendet?

- ○ Klassischer Projektmanagementansatz (z.B. DIN 69901)
- ○ Agiler Projektmanagementansatz (unter Anwendung agiler Methoden)
- ○ Hybrider Projektmanagementansatz
- ○ Andere: _____
- ○ Keiner der genannten Ansätze

9.1 Agile Methoden

Welche konkreten agilen Projektmanagementmethoden wurden im Projektverlauf angewendet? (Mehrfachauswahl möglich)

- ☐ Scrum
- ☐ Kanban
- ☐ Feature Driven Development
- ☐ Design Thinking
- ☐ Extreme Programming

☐ Sonstige

☐ Keine der genannten.

10 Projektkomplexität

Bitte beurteilen Sie folgende Aussagen im Hinblick auf das von Ihnen gewählte Projekt.

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Das Projekt war charakterisiert durch eine Vielzahl an beteiligten Personen.	○	○	○	○	○	○
Das Projekt war charakterisiert durch einen großen Umfang unterschiedlicher Teilaufgaben.	○	○	○	○	○	○
Die Teilaufgaben waren zu einem hohen Grad inhaltlich voneinander abhängig.	○	○	○	○	○	○
Das Projekt war charakterisiert durch einen hohen Grad an Unsicherheit in Bezug auf die Projektziele und das Projektergebnis.	○	○	○	○	○	○
Das Projekt war charakterisiert durch einen hohen Grad an Unsicherheit in Bezug auf das Vorgehen und die einzusetzenden Methoden.	○	○	○	○	○	○
Der Projektverlauf bzw. Entscheidungen im Projekt wurden durch unternehmenspolitische Aspekte beeinflusst.	○	○	○	○	○	○
Die am Projekt beteiligten Stakeholder zeichneten sich durch unterschiedliche Interessens- und Zielvorstellungen aus.	○	○	○	○	○	○
Es war schwierig, im Projekt das Vorgehen weit im Voraus zu planen.	○	○	○	○	○	○
Die Anforderungen im Projekt waren unklar, nicht vollumfänglich definiert oder mehrdeutig.	○	○	○	○	○	○
Das Forschungsfeld, in dem das Projekt verortet war, zeichnete sich durch einen hohen Neuheitsgrad aus.	○	○	○	○	○	○
Alles in allem war das Projekt sehr komplex.	○	○	○	○	○	○

11 Projekterfolg

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen im Hinblick auf den Erfolg bzw. Misserfolg des Projektes.

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Insgesamt betrachtet wurde das Projekt unter Einhaltung des Zeitplans durchgeführt.	○	○	○	○	○	○
Insgesamt betrachtet wurde das Projekt unter Einhaltung der Kostenziele durchgeführt.	○	○	○	○	○	○
Aus Sicht unserer Organisation/ unseres Unternehmens konnte man mit dem Projektverlauf und der Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber (Kunden) zufrieden sein.	○	○	○	○	○	○
Der Auftraggeber (bzw. Kunde) war mit dem Projektverlauf und der Zusammenarbeit mit dem	○	○	○	○	○	○

Projektteam zufrieden.						
Am Ergebnis gemessen konnte man das Projekt als erfolgreich bezeichnen.	○	○	○	○	○	○
Alle Anforderungen des Auftraggebers (Kunden) wurden erfüllt.	○	○	○	○	○	○
Aus Sicht unserer Organisation/ unseres Unternehmens wurden alle gesetzten Projektziele erfüllt.	○	○	○	○	○	○
Der Auftraggeber (Kunde) war mit der Qualität des Projektergebnisses zufrieden.	○	○	○	○	○	○
Das Projektteam war insgesamt zufrieden mit dem, was es erreicht hat.	○	○	○	○	○	○

12 Teamzusammensetzung

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen im Hinblick auf die Zusammensetzung des Projektteams.

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Alles in allem war unser Projektteam optimal zusammengesetzt (z.B. Größe, personelle Zusammensetzung, Erfahrungswissen).	○	○	○	○	○	○
Unser Projektteam hatte eine übersichtliche Anzahl an Mitgliedern.	○	○	○	○	○	○
Unser Projektteam war durch eine flache hierarchische Struktur geprägt.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam waren verschiedene fachliche Disziplinen vertreten.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam waren Rollen eher informell organisiert und variabel.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam waren Verantwortlichkeiten vor allem an Projektaufgaben geknüpft.	○	○	○	○	○	○
Die personelle Zusammensetzung unseres Projektteams änderte sich selten.	○	○	○	○	○	○
Die Personen unseres Projektteams mussten wenige Projekte parallel bearbeiten.	○	○	○	○	○	○
Die Personen unseres Projektteams hatten eine ähnliche Arbeitseinstellung.	○	○	○	○	○	○
Unser Projektteam hatte eine ausgewogene Zusammensetzung aus erfahrenen und weniger erfahrenen Mitgliedern.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam waren Personen unterschiedlicher Abteilungszugehörigkeit und Funktionstitel vertreten.	○	○	○	○	○	○
Die Zusammensetzung des Projektteams erlaubte es, dass sich Teammitglieder gegenseitig fachlich vertreten konnten.	○	○	○	○	○	○

In unserem Projektteam waren die Geschlechter gleichermaßen vertreten.	○	○	○	○	○	○

Aus wie vielen Mitgliedern bestand das Projektteam?

13 Zusammenarbeit Projektteam

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen im Hinblick auf die Zusammenarbeit im Projektteam.

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Alles in allem funktionierte die Zusammenarbeit innerhalb unseres Projektteams gut.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam wurden Informationen rechtzeitig ausgetauscht.	○	○	○	○	○	○
Die Zusammenarbeit in unserem Projektteam zeichnete sich durch offene und direkte Kommunikation aus.	○	○	○	○	○	○
Wir brachten alle wichtigen Informationen in unser Projektteam ein.	○	○	○	○	○	○
Die Bearbeitung von Unteraufgaben wurde im Projektteam eng abgestimmt.	○	○	○	○	○	○
Unser Projektteam zeichnete sich durch einen starken Zusammenhalt aus.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam herrschte eine kooperative Arbeitsatmosphäre.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam fühlte sich jeder für das Gesamtergebnis verantwortlich.	○	○	○	○	○	○
In unserem Projektteam setzte sich jeder mit vollem Engagement ein.	○	○	○	○	○	○
Die Teammitglieder waren ihren Potenzialen entsprechend an der Erreichung des Teamzieles beteiligt.	○	○	○	○	○	○
Als Projektteam konnten wir gut auf neue Anforderungen im Projektverlauf reagieren.	○	○	○	○	○	○

14 Organisationale Rahmenbedingungen

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen im Hinblick auf die Rahmenbedingungen in Ihrer Organisation/ Ihrem Unternehmen während des Projektes.

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Alles in allem waren die durch die Organisation/ das Unternehmen bereitgestellten Rahmenbedingungen für die Projektbearbeitung gut.	○	○	○	○	○	○
Die zur Verfügung stehenden Mittel und Ressourcen (personell, technisch, finanziell) waren für die Projektbearbeitung angemessen.	○	○	○	○	○	○

Unsere Organisation/ unser Unternehmen stellte ausreichende räumliche Infrastruktur für die Bearbeitung des Projektes zur Verfügung.	○	○	○	○	○	○
Unsere Organisation/ unser Unternehmen stellte ausreichenden Freiraum zum Experimentieren und Ausprobieren neuer Ideen zur Verfügung.	○	○	○	○	○	○
Unsere Organisation/ unser Unternehmen befähigte das Projektteam, bei unvorhersehbaren Änderungen selbst zu entscheiden, wie es reagieren soll.	○	○	○	○	○	○
Unsere Organisation/ unser Unternehmen brachte den Mitarbeitenden ausreichendes Vertrauen entgegen, dass sie ihre Aufgaben gut erledigen.	○	○	○	○	○	○
Unsere Organisation/ unser Unternehmen brachte ausreichende Toleranz für das Auftreten von Fehlern, Rückschlägen oder Hindernissen bei der Bearbeitung des Projekts auf.	○	○	○	○	○	○
Unsere Organisation/ unser Unternehmen unterstützte die Mitarbeitenden beim kontinuierlichen Erwerb relevanter Kompetenzen (z.B. durch strukturierte Personalentwicklungsprogramme).	○	○	○	○	○	○
Unsere Organisation/ unser Unternehmen erlaubte es dem Projektteam, bei Bedarf standardisierte, bürokratische Prozesse eigenverantwortlich zu verschlanken.	○	○	○	○	○	○
Die Projektarbeit wurde nicht durch organisationale Barrieren behindert.	○	○	○	○	○	○
Unsere Organisation/ unser Unternehmen brachte ausreichende Offenheit für neue Methoden oder Konzepte (z.B. für neue Arbeitsformen) auf.	○	○	○	○	○	○

15 Methodische Unterstützung

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen zum Einsatz von Methoden und Tools im Projekt.

Im Verlauf des Projekts setzten wir als Projektteam Methoden und/ oder Tools ein ...

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
... für ein transparentes Prozess- und Aufgabenmanagement.	○	○	○	○	○	○
... zur Reflexion der Zusammenarbeit im Projektteam.	○	○	○	○	○	○
... zur Schaffung von Informationstransparenz im Projektteam.	○	○	○	○	○	○
... zur strukturierten Einbindung von Auftraggebern (Kunden) in das Projekt.	○	○	○	○	○	○
... zur Erstellung präsentierfähiger Teilergebnisse und Projektzwischenstände.	○	○	○	○	○	○
... für ein kontinuierliches Monitoring des Prozessfortschritts.	○	○	○	○	○	○

... zur Erhöhung der Kreativität und Entwicklung innovativer Ideen.	○	○	○	○	○	○
... zur Schaffung einer ziel- und ergebnisorientierten Arbeitsweise.	○	○	○	○	○	○
... zur Planung und Durchführung von kurzen und zeitlich definierten Arbeitsphasen.	○	○	○	○	○	○
... zur Stärkung direkter Kommunikation im Projektteam.	○	○	○	○	○	○
... um uns thematisch und fachlich auf dem aktuellen Stand zu halten.	○	○	○	○	○	○
Alles in allem unterstützten die eingesetzten Methoden/Tools gut bei der Projektarbeit im Team.	○	○	○	○	○	○

16 Langfristige Auswirkungen/ Impact

Bitte beurteilen Sie die folgenden Aussagen zu den langfristigen Auswirkungen bzw. Effekten (sog. "Impact") des Projektes.

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Die Teammitglieder haben von der gemeinsamen Projektarbeit persönlich profitiert.	○	○	○	○	○	○
Was die Teammitglieder von dem Projekt gelernt haben, hatte einen positiven Impact auf nachfolgende Projekte.	○	○	○	○	○	○
Die Projektausgaben haben sich finanziell amortisiert.	○	○	○	○	○	○
Die Projektergebnisse haben sich im Markt etabliert.	○	○	○	○	○	○
Die Projektergebnisse haben öffentliche Aufmerksamkeit erhalten.	○	○	○	○	○	○
Die Projektergebnisse haben sich in der Fachdisziplin als technischer/ wissenschaftlicher Standard etabliert.	○	○	○	○	○	○
Die Projektergebnisse leisten einen Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit.	○	○	○	○	○	○
Die Projektergebnisse leisten einen Beitrag zur ökonomischen Nachhaltigkeit.	○	○	○	○	○	○
Die Projektergebnisse leisten einen Beitrag zur sozialen Nachhaltigkeit.	○	○	○	○	○	○

17 Stakeholder

Welche Akteursgruppen außerhalb des eigentlichen Projektteams waren am Projekt beteiligt? (Mehrfachantwort möglich)

- ☐ Technische Entwickler*Innen aus der eigenen Organisation
- ☐ Vertreter*Innen aus anderen Abteilungen der eigenen Organisation
- ☐ Vertreter*Innen aus der Wissenschaft (z.B. universitäre Forschungseinrichtungen)
- ☐ Vertreter*Innen aus der Gesellschaft (z.B. bürgerliche Interessensvertretungen)

- ☐ Vertreter*Innen aus anderen Industrieunternehmen (z.B. Startups, System-/ Komponentenhersteller)
- ☐ Vertreter*Innen aus Politik bzw. Verwaltung (z.B. regionale Behörden, Fördermittelgeber)
- ☐ Vertreter*Innen des Kunden (z.B. industrielle Abnehmer, öffentliche Kommunen)
- ☐ Vertreter*Innen aus dem Dienstleistungsbereich (z.B. Entwicklungsdienstleister, Prüf-/ Zertifizierungsstellen)
- ☐ Sonstige:
- ☐ Keine der genannten.

Optional: Wen hätte man am Projekt beteiligen sollen (bzw. welche der oben genannten Vertreter*Innen waren besonders wichtig), um den positiven Impact des Projekts zu erhöhen?

18 Workforce-Agility

Abschließend sollen noch einige Aspekte erhoben werden, die Ihre Person und Ihre persönliche Arbeitsweise in Projekten im Allgemeinen betreffen.

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Ich ergreife Initiative, um die gemeinsame Arbeit in Projekten zu verbessern.	○	○	○	○	○	○
Ich versuche Probleme und Herausforderungen, die uns während des Projektes begegnen, auf kreative Art zu lösen.	○	○	○	○	○	○
Ich suche nach Wegen, aus gegebenen Möglichkeiten das Beste für einen größeren Projekterfolg herauszuholen.	○	○	○	○	○	○
Ich bemühe mich, zukünftige Entwicklungen und daraus resultierende Herausforderungen im Projekt vorausschauend einzuschätzen.	○	○	○	○	○	○
Alles in allem würde ich mich (in Bezug auf Projektarbeit) als proaktiv einschätzen.	○	○	○	○	○	○

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Ich begrüße grundsätzlich Veränderungen bei der Projektarbeit, wie zum Beispiel durch neue Ideen und Technologien.	○	○	○	○	○	○
Mir macht es nichts aus, unter unsicheren Anforderungen im Projekt zu arbeiten.	○	○	○	○	○	○
Ich kann gut mit verschiedenen Drucksituationen umgehen, denen ich in der Projektarbeit begegne.	○	○	○	○	○	○
Ich akzeptiere Unterschiede in Meinungen und verstehe andere Herangehensweisen bei Problemlösungsfindungen.	○	○	○	○	○	○
Alles in allem würde ich mich (in Bezug auf Projektarbeit) als resilient einschätzen.	○	○	○	○	○	○

	trifft überhaupt nicht zu	trifft überwiegend nicht zu	trifft eher nicht zu	trifft gerade noch zu	trifft überwiegend zu	trifft voll und ganz zu
Ich habe eine hohe Anpassungsfähigkeit, die mir hilft, jegliche neue Aufgaben oder Zuständigkeiten im Projekt anzunehmen.	○	○	○	○	○	○
Es macht mir nichts aus, mir Fähigkeiten anzueignen, die für neue Aufgaben und Zuständigkeiten in meiner Arbeit notwendig sind.	○	○	○	○	○	○
Es macht mir nichts aus, zeitgleich an mehreren Aufgaben mit unterschiedlichen Teammitgliedern zu arbeiten.	○	○	○	○	○	○
Ich habe die Fähigkeit, mich an veränderte Umstände im Projektverlauf anpassen zu können.	○	○	○	○	○	○
Ich verfüge über das notwendige fachliche Wissen, das es mir ermöglicht, flexibel verschiedenste Aufgaben im Projekt zu erledigen.	○	○	○	○	○	○
Alles in allem würde ich mich (in Bezug auf Projektarbeit) als anpassungsfähig einschätzen.	○	○	○	○	○	○

19 Demographische Angaben

Bitte machen Sie noch einige persönliche Angaben:

Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an:

- ○ Weiblich
- ○ Männlich
- ○ Divers
- ○ Keine Angabe

Bitte geben Sie Ihr Alter an (Zahlenangabe):

Wie viele Jahre üben Sie Ihren aktuellen Beruf in Ihrem derzeitigen Unternehmen bereits aus (Zahlenangabe)?

Über wie viele Jahre Berufserfahrung verfügen Sie insgesamt (Zahlenangabe)?

Welchen höchsten Bildungsabschluss haben Sie erworben?

- ○ Kein Abschluss
- ○ Hauptschulabschluss
- ○ Realschulabschluss (Mittlere Reife)
- ○ Gymnasialabschluss (Abitur)
- ○ Abgeschlossene Ausbildung
- ○ Meister/Techniker
- ○ Bachelor
- ○ Master/Diplom
- ○ Promotion
- ○ Anderer:

Um doppelte Teilnahmen an dieser Umfrage identifizieren zu können, erstellen Sie abschließend bitte einen

persönlichen sechsstelligen Code:

Der Code sollte sich aus den ersten beiden Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter, dem Geburtsmonat Ihres Vaters (als Zahl) und den letzten zwei Ziffern der Postleitzahl Ihrer Geburtsstadt zusammensetzen: (z.B. "Maria" - "September" - "52062" ergibt "MA0962")

20 Abschlussseite

Vielen Dank für Ihre Teilnahme! Sie können die Umfrage auf der nächsten Seite beenden.

Allgemeine Anmerkungen und Rückfragen können Sie gerne hier eintragen.

Möchten Sie über zentrale Ergebnisse der Studie informiert werden?

Kontaktieren Sie mich dazu gerne unter den unten angegebenen Kontaktdaten.

Falls Sie noch weitere Fragen oder Anmerkungen zu dieser Studie haben, richten Sie diese bitte an:

Niklas Steireif, M.Sc. RWTH
Tel: +49 241 80-99452
n.steireif@iaw.rwth-aachen.de

21 Endseite

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an der Umfrage.

Sie können das Fenster jetzt schließen.

A.3. Deskriptive Statistik zu den erhobenen Indikatoren

Tabelle 30: Deskriptive Statistik zu den erhobenen Indikatoren.

Indikator	N	Mittelwert	Median	Min.	Max.	Standard-abweichung	Kurtosis (Wölbung)	Schiefe
STP 1	332	4,271	5,000	1,000	6,000	1,277	-0,181	-0,677
STP 2	332	4,401	5,000	1,000	6,000	1,209	0,107	-0,736
STP 3	332	4,645	5,000	1,000	6,000	1,166	0,752	-0,969
STP 4	332	4,795	5,000	1,000	6,000	1,049	1,249	-1,068
STP 5	332	4,852	5,000	1,000	6,000	1,065	0,623	-0,939
STP 6	332	4,819	5,000	1,000	6,000	1,006	0,938	-0,902
STP 7	332	4,831	5,000	1,000	6,000	1,041	1,116	-1,000
STP 8	332	4,946	5,000	1,000	6,000	0,997	1,300	-1,050
STP 9	332	4,864	5,000	1,000	6,000	1,073	1,958	-1,249
TWQ 1	332	4,922	5,000	1,000	6,000	0,992	0,693	-0,906
TWQ 2	332	4,964	5,000	1,000	6,000	0,906	1,765	-1,057
TWQ 3	332	4,705	5,000	1,000	6,000	1,021	0,257	-0,616
TWQ 4	332	4,786	5,000	1,000	6,000	1,074	0,171	-0,758
TWQ 5	332	5,030	5,000	2,000	6,000	0,936	0,415	-0,884
TWQ 6	332	4,765	5,000	1,000	6,000	1,123	1,007	-1,032
TWQ 7	332	4,708	5,000	1,000	6,000	1,084	0,866	-0,946
TWQ 8	332	4,870	5,000	1,000	6,000	1,004	1,413	-1,072
TWQ 9	332	4,877	5,000	1,000	6,000	0,936	1,449	-0,930
TWQ_global	332	5,033	5,000	1,000	6,000	0,867	2,500	-1,213
PC 1	332	4,627	5,000	1,000	6,000	1,068	0,472	-0,842
PC 2	332	3,464	3,000	1,000	6,000	1,385	-0,862	0,117
PC 3	332	3,352	3,000	1,000	6,000	1,342	-0,777	0,152
PC 4	332	3,985	4,000	1,000	6,000	1,436	-0,486	-0,570
PC 5	332	3,666	4,000	1,000	6,000	1,418	-0,864	-0,218
PC 6	332	3,744	4,000	1,000	6,000	1,383	-0,781	-0,215
PC 7	332	3,244	3,000	1,000	6,000	1,443	-0,938	0,113
PC 8	332	4,000	4,000	1,000	6,000	1,312	-0,419	-0,420
PC_gobal	332	4,554	5,000	1,000	6,000	1,091	0,307	-0,757
AOC 1	332	4,422	5,000	1,000	6,000	1,180	0,201	-0,699
AOC 2	332	4,840	5,000	1,000	6,000	1,055	0,680	-0,934
AOC 3	332	4,440	5,000	1,000	6,000	1,234	0,035	-0,691
AOC 4	332	4,521	5,000	1,000	6,000	1,159	-0,055	-0,666
AOC 5	332	4,892	5,000	1,000	6,000	0,993	2,026	-1,180
AOC 6	332	4,639	5,000	1,000	6,000	1,086	0,079	-0,708
AOC 7	332	4,268	5,000	1,000	6,000	1,297	-0,326	-0,609
AOC 8	332	4,130	4,000	1,000	6,000	1,359	-0,467	-0,571
AOC 9	332	4,325	5,000	1,000	6,000	1,252	-0,299	-0,560
AOC 10	332	4,548	5,000	1,000	6,000	1,091	-0,097	-0,629
AOC_gobal	332	4,494	5,000	1,000	6,000	1,095	0,219	-0,741
ATS 1	332	4,696	5,000	1,000	6,000	1,177	0,333	-0,880
ATS 2	332	4,822	5,000	1,000	6,000	1,114	0,349	-0,925
ATS 3	332	4,759	5,000	1,000	6,000	1,162	0,445	-0,904
ATS 4	332	4,154	4,000	1,000	6,000	1,260	-0,443	-0,475

Indikator	N	Mittelwert	Median	Min.	Max.	Standard-abweichung	Kurtosis (Wölbung)	Schiefe
ATS 5	332	4,708	5,000	1,000	6,000	0,953	1,078	-0,924
ATS 6	332	4,693	5,000	1,000	6,000	1,225	0,394	-0,963
ATS 7	332	3,873	4,000	1,000	6,000	1,402	-0,822	-0,276
ATS 8	332	4,437	5,000	1,000	6,000	1,147	0,306	-0,780
ATS 9	332	4,404	5,000	1,000	6,000	1,126	0,433	-0,779
ATS 10	332	4,527	5,000	1,000	6,000	1,315	-0,079	-0,816
ATS 11	332	4,232	4,000	1,000	6,000	1,240	-0,105	-0,601
ATS 12	332	3,515	4,000	1,000	6,000	1,644	-1,251	-0,117
ATS_global	332	4,401	5,000	1,000	6,000	1,042	0,769	-0,876
IA 1	332	4,913	5,000	1,000	6,000	0,897	1,467	-0,938
IA 2	332	4,973	5,000	2,000	6,000	0,860	0,744	-0,780
IA 3	332	5,054	5,000	1,000	6,000	0,871	2,182	-1,155
IA 4	332	5,006	5,000	1,000	6,000	0,916	2,037	-1,173
IA 5	332	5,000	5,000	2,000	6,000	0,900	1,102	-0,976
IA 6	332	4,325	5,000	1,000	6,000	1,276	-0,376	-0,558
IA 7	332	4,735	5,000	1,000	6,000	0,969	0,430	-0,691
IA 8	332	4,997	5,000	2,000	6,000	0,881	0,173	-0,714
IA 9	332	4,928	5,000	2,000	6,000	0,890	0,990	-0,892
IA 10	332	5,060	5,000	2,000	6,000	0,953	0,505	-0,942
IA 11	332	4,753	5,000	2,000	6,000	1,034	-0,154	-0,580
IA 12	332	4,994	5,000	2,000	6,000	0,844	1,352	-0,928
IA 13	332	5,015	5,000	2,000	6,000	0,871	0,555	-0,803
IA_gobal P	332	4,970	5,000	2,000	6,000	0,906	0,302	-0,725
IA_gobal R	332	4,798	5,000	2,000	6,000	0,896	0,629	-0,760
IA_gobal_A	332	5,048	5,000	2,000	6,000	0,814	0,958	-0,799
QAM 1	332	4,518	5,000	1,000	6,000	1,084	0,485	-0,756
QAM 2	332	4,310	5,000	1,000	6,000	1,257	-0,074	-0,694
QAM 3	332	4,560	5,000	1,000	6,000	1,085	0,770	-0,884
QAM 4	332	4,377	5,000	1,000	6,000	1,219	0,454	-0,893
QAM 5	332	4,699	5,000	1,000	6,000	0,992	0,177	-0,636
QAM 6	332	4,548	5,000	1,000	6,000	1,164	0,700	-0,922
QAM 7	332	4,545	5,000	1,000	6,000	1,100	0,412	-0,712
QAM 8	332	4,512	5,000	1,000	6,000	1,167	0,355	-0,798
QAM 9	332	4,551	5,000	1,000	6,000	1,127	0,499	-0,785
QAM 10	332	4,557	5,000	1,000	6,000	1,083	0,260	-0,687
QAM_gobal	332	4,672	5,000	1,000	6,000	0,963	0,679	-0,628

A.4. Prüfkriterien der formativen Konstrukte

Tabelle 31: Übersicht über die Kriterien zur Güteprüfung der formativen Konstrukte.

Indikator	VIF (<10)	Indikator-gewicht (>0,1)	*t*-Wert (≥ 1,65)	Indikatorladung (≥ 0,5)	*t*-Wert (≥ 1,65)
TWQ 1	2,284	0,109	1,358	0,767	16,176***
TWQ 2	2,306	0,307	3,359***	0,843	21,704***
TWQ 3	1,780	0,071	1,184	0,662	13,202***
TWQ 4	2,395	0,019	0,302	0,718	14,598***
TWQ 5	2,210	0,113	1,519	0,719	16,269***
TWQ 6	2,559	0,042	0,436	0,748	14,562***
TWQ 7	2,667	-0,007	0,096	0,717	13,915***
TWQ 8	2,394	0,285	3,771***	0,830	24,501***
TWQ 9	2,047	0,303	3,562***	0,837	21,546***
PC 1	1,119	-0,503	2,391**	-0,503	2,234**
PC 2	1,855	-0,059	0,366	0,254	2,071**
PC 3	2,097	0,263	1,484	0,438	2,969***
PC 4	1,402	-0,181	1,272	0,103	0,849
PC 5	1,531	0,317	2,124**	0,394	2,745***
PC 6	1,877	0,412	2,298**	0,599	3,326***
PC 7	2,122	0,190	1,068	0,569	3,230***
PC 8	1,172	-0,305	2,414**	-0,412	2,194**
AOC 1	1,711	0,301	3,398***	0,735	12,169***
AOC 2	1,484	0,200	2,869***	0,676	12,133***
AOC 3	1,796	0,094	1,344	0,690	14,975***
AOC 4	2,045	0,216	2,673***	0,775	18,272***
AOC 5	2,085	0,138	1,984**	0,744	15,786***
AOC 6	1,929	0,136	1,738*	0,730	13,779***
AOC 7	1,862	-0,008	0,118	0,617	11,290***
AOC 8	1,622	-0,053	0,741	0,469	6,976***
AOC 9	1,484	0,073	1,140	0,520	7,877***
AOC 10	1,870	0,242	2,907***	0,756	15,202***
ATS 1	1,618	0,312	3,590***	0,724	12,422***
ATS 2	1,462	0,131	1,518	0,568	7,623***
ATS 3	1,388	0,129	2,060**	0,419	5,478***
ATS 4	1,211	0,016	0,261	0,332	4,163***
ATS 5	1,354	0,190	2,410**	0,601	8,073***
ATS 6	1,495	0,262	3,439***	0,699	11,705***
ATS 7	1,350	0,230	2,947***	0,343	4,220***
ATS 8	1,427	0,268	3,236***	0,653	9,768***
ATS 9	1,366	0,155	2,058**	0,504	6,962***
ATS 10	1,478	-0,004	0,057	0,345	4,206***
ATS 11	1,342	0,179	2,501**	0,553	8,767***
ATS 12	1,212	-0,033	0,604	0,225	3,092***
IA 1	1,891	-0,024	0,241	0,507	6,648***
IA 2	1,885	0,215	2,245**	0,685	11,516***
IA 3	2,081	0,171	1,626	0,725	10,602***
IA 4	1,761	0,061	0,684	0,603	7,775***

Indikator	VIF (<10)	Indikator-gewicht (>0,1)	*t*-Wert (≥ 1,65)	Indikatorladung (≥ 0,5)	*t*-Wert (≥ 1,65)
IA 5	1,748	-0,089	0,924	0,534	6,904***
IA 6	1,361	-0,054	0,595	0,388	4,569***
IA 7	1,981	0,186	2,123**	0,728	13,465***
IA 8	1,731	0,202	2,498**	0,699	13,613***
IA 9	2,097	0,120	0,994	0,735	12,169***
IA 10	1,861	-0,010	0,112	0,631	9,295***
IA 11	1,570	0,056	0,670	0,593	8,920***
IA 12	2,026	0,331	3,071***	0,798	16,909***
IA 13	1,979	0,057	0,580	0,647	9,064***
QAM 1	2,135	0,214	1,928*	0,652	9,353***
QAM 2	2,320	-0,244	2,246**	0,538	7,226***
QAM 3	2,408	0,326	2,627***	0,715	11,170***
QAM 4	1,754	-0,190	1,904*	0,438	5,582***
QAM 5	1,607	0,342	3,210***	0,732	11,587***
QAM 6	1,928	-0,091	0,749	0,542	6,389***
QAM 7	2,518	0,187	1,410	0,747	11,705***
QAM 8	2,208	0,227	1,900*	0,749	12,388***
QAM 9	1,868	0,002	0,022	0,633	8,704***
QAM 10	1,753	0,420	3,816***	0,783	13,137***

* (t > 1,65, α = 10 %); ** (t > 1,96, α = 5 %); *** (t > 2,57, α = 1 %)

A.5. Korrelationsmatrix

Tabelle 32: Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen den Modellkonstrukten.

	TWQ	STP	AOC	ATS	IA	QAM	PC
TWQ	1,000						
STP	0,618	1,000					
AOC	0,743	0,582	1,000				
ATS	0,705	0,571	0,685	1,000			
IA	0,578	0,489	0,541	0,541	1,000		
QAM	0,569	0,424	0,573	0,506	0,548	1,000	
PC	-0,367	-0,322	-0,214	-0,173	-0,145	-0,189	1,000