



AGILE ENTWICKLUNG PHYSISCHER PRODUKTE

Eine Studie zum aktuellen Stand
in der industriellen Praxis

Stefan Weiss, Kristin Paetzold-Byhain, Marvin Michalides,
Martin Pendzik, Franziska Scharold, Lino Stoiber



Zitation

Weiss, S., Michalides, M., Pendzik, M., Scharold, F., Stoiber, L., Paetzold-Byhain, K. (2023), Agile Entwicklung physischer Produkte: Eine Studie zum aktuellen Stand in der industriellen Praxis, Technische Universität Dresden, Deutschland.

DOI: 10.25368/2023.213

Unterstützung in Auswertung und Layout

Kleinwächter, P. N., Pendzik, M.

Verlegende Institution

Technische Universität Dresden

Fakultät Maschinenwesen

01062 Dresden

Bildnachweis Titelseite

AGENSIS Unternehmensberatung PartG, München

Wir lieben Feedback!

Ihre Meinung interessiert uns. Falls Sie Anmerkungen oder Fragen haben oder etwas kommentieren möchten, wenden Sie sich gerne an agile@unibw.de. Jegliches Feedback hilft uns bei unseren Bemühungen, die Forschung auf dem Gebiet der agilen Entwicklung physischer Produkte zu verbessern.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der Autoren unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Professur für Virtuelle Produktentwicklung der Technischen Universität Dresden, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Die Rechte sind entsprechend der Lizenz CC BY-NC-ND 4.0 vorbehalten.

© 2023 Professur für Virtuelle Produktentwicklung, Lehrstuhl Maschinenwesen, Technische Universität Dresden, Deutschland.



Wir bedanken uns bei unseren Netzwerkpartnern für die freundliche Unterstützung



AGENSIS Unternehmensberatung PartG
AGILE Produktentwicklung
81679 München
www.agensis.com



Professur für Virtuelle Produktentwicklung
Technische Universität Dresden
01062 Dresden
www.tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/imm/vpe



VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung
Verein Deutscher Ingenieure e.V.
40468 Düsseldorf
www.vdi.de/gpp



Institut für Technische Produktentwicklung
Universität der Bundeswehr München
85577 Neubiberg
www.unibw.de/itpe



Stimme aus der Industrie

Die Automobilindustrie steht mehr als jede andere Branche für zunehmend schnelleren Wandel und sich ändernde Rahmenbedingungen in der Entwicklung physischer Produkte. Agilität hat sich daher zu einer zentralen Säule der Produktentwicklung für die BMW Group entwickelt. Bereits vor mehr als 15 Jahren haben sich agile Methoden auf der Teamebene in unserer Softwareentwicklung als Standard etabliert. Der sich damit einstellende Erfolg hat uns motiviert agil größer zu denken und außerhalb reiner Software-Entwicklungsprojekte anzuwenden. Über die nachfolgenden Jahre haben wir Erfahrungen in kleinen und später skalierten Pilotprojekten gesammelt. Dabei haben wir schrittweise gelernt, wie agile Methoden an die Anforderungen der Fahrzeugentwicklung und wie unsere Rahmenbedingungen an die Logik agiler Entwicklung adaptiert werden müssen, um das Potential agiler Entwicklung zu heben. Diese Transformation war geprägt von Höhen und Tiefen und hat viel Durchhaltevermögen in der Unternehmung erfordert. Entstanden ist schließlich unser agiles Arbeitsmodell NCWM *NewCollaborationWorkingModel*, das wir erfolgreich in der Entwicklung unserer *Neuen Klasse* etabliert haben. Der damit erzielte Erfolg hat uns als BMW Group überzeugt, agile Produktentwicklung als Grundlage für alle neuen Fahrzeugfamilien zu verwenden.

Während der beschriebenen Transformation haben wir bewusst mit einem Spektrum an Beratungsfirmen zusammengearbeitet und verschiedene skalierte agile Frameworks eingesetzt. Daraus haben sich sehr unterschiedliche Erfahrungen und Perspektiven auf Agilität ergeben. In diesem Umfeld hat sich die vorliegende Studie *Agile Entwicklung physischer Produkte* zu einem wichtigen Nordstern entwickelt. Der besondere Wert der Studie war und ist der wissenschaftlich neutrale und damit nichtkommerzielle Anspruch. Der Fokus liegt auf Agilität und ist unabhängig von einzelnen agilen Methoden. Dadurch ergibt sich eine Abgrenzung zu Studien von Praktikern und Beratungen, die auch unter den Aspekten Verkauf von Frameworks und Selbstvermarktung erstellt werden. Die Studie besticht zusätzlich durch die nutzerfreundliche Aufarbeitung der Ergebnisse, die sowohl ein wissenschaftliches Publikum als auch Anwender aus der Praxis anspricht und Ergebnisse direkt nutzbar macht.

Die Beständigkeit der jährlichen Studie seit 2018 ermöglicht zudem Entwicklungen und Trends nachzuvollziehen und erlaubt es Thesen vergangener Jahre aus der Retrospektive zu validieren. Diese Kontinuität steigert die Nachhaltigkeit der abgeleiteten Ergebnisse gerade im heterogenen Themenfeld Agilität, das oft von optimistischen Versprechen und widersprüchlichen Interpretationen geprägt ist. Neben der Kontinuität integriert die Studie jedes Jahr aktuelle Fragestellungen, sodass die Relevanz und Aktualität der Ergebnisse dauerhaft sichergestellt sind. So erfüllt die Studie den agilen Anspruch auch an sich selbst und realisiert jedes Jahr ein neues Inkrement zum nachhaltigen Verständnis von Agilität in der physischen Produktentwicklung. Ich freue mich, dass dieses Jahr die für die BMW Group spannenden Themenschwerpunkte Messbarkeit von Agilität und Abhängigkeiten zur Organisationsentwicklung aufgenommen wurden.

Ich bedanke mich sehr herzlich bei den Studienautoren um Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold-Byhain und Dr.-Ing. Stefan Weiss und wünsche den Lesern viel Spaß bei der Lektüre der diesjährigen Version.

Dr.-Ing. Julian Schrof - BMW Group

Vorwort

Vor Ihnen liegt inzwischen die sechste Auflage der Studie zur agilen Entwicklung physischer Produkte. Unverändert bleibt der Leitgedanke hinter unserer Studie, die Umsetzung von Ideen in funktionale und qualitativ hochwertige mechatronische Produkte durch die Nutzung agiler Arbeitsweisen in dynamischen und volatilen Entwicklungsumgebungen zu unterstützen.


Die Anwendung agiler Arbeitsweisen bei der Entwicklung mechatronischer Produkte wurde stets von Erfahrungen aus der Praxis getrieben. In zahlreichen Industrieprojekten und Gesprächen mit Industriepartnern konnten wir beobachten, dass agile Methoden – ursprünglich für die Software-Entwicklung konzipiert – vermehrt auch im Kontext der Mechatronikentwicklung Verwendung fanden. Schnell wurde deutlich, dass ihre Nutzung nicht immer erfolgreich war, weshalb interessante Lösungsansätze, insbesondere im Umgang mit Unsicherheiten im Entwicklungsprozess, wieder aufgegeben wurden. Dies war für uns der Startpunkt: Unser Ziel war es, die vorhandenen Herausforderungen sowie die Erwartungen an agile Methoden zu analysieren, ihre Potenziale zu erkennen und einen tieferen Einblick in ihre Wirkmechanismen zu gewinnen. Dadurch wollten wir die Möglichkeit schaffen, sie gezielt auf die Besonderheiten der Entwicklung mechatronischer Systeme anzupassen und sie in typische Entwicklungsprozesse zu integrieren.

Als eine der wesentlichen Herausforderungen in der Methodenanwendung wurde zunächst die Physikalität bzw. Körperlichkeit mechatronischer Systeme betrachtet: Im Gegensatz zu Software-Produkten bedarf es für deren Umsetzung entsprechender Fertigungsprozesse. Das bedeutet, dass die Lösungen materialisiert werden müssen, damit ihre Funktionen und Eigenschaften genutzt werden können. Implikationen, die sich aus diesem Aspekt für die Methodenanwendung ergeben, standen daher zunächst im Fokus der Untersuchungen. Neben dem Verständnis und der Interpretation von Prototypen erkundigten wir uns auch nach Aspekten zur Modularisierung und Gestaltung von Produktarchitekturen in der Studie.

Neben der Physikalität wurden weitere Handlungsfelder identifiziert, die die Nutzbarkeit agiler Methoden determinieren: das Dilemma der Teamverteilung (Teamverteilung, Skalierung über Organisationseinheiten, standortübergreifendes Arbeiten), Rahmenbedingungen aus der Umwelt (Zertifizierungen, Regularien etc.), Unreife des Wissens (Mindset, Referenzwerte und Bezüge), Verwirrung durch unterschiedliche Paradigmen (agil in traditionellen Organisationen, Multiprojektmanagement). All diese Handlungsfelder spielen ebenfalls eine wichtige Rolle, ob und wie agile Methoden erfolgreich implementiert werden können. So wurde im Laufe der Zeit deutlich, dass die Physikalität selbst zwar in gewisser Weise eine Herausforderung in der Anwendung agiler Methoden darstellt, für die jedoch inzwischen sinnvolle und zielführende Lösungsansätze gefunden wurden. Derzeit beobachten wir, dass insbesondere Fragen des Mindsets, der Paradigmenverwirrung und vor allem der Skalierung zunehmend als Probleme wahrgenommen werden. Hinzu kommt, dass die einzelnen Handlungsfelder nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können und folglich Interdependenzen aufweisen. Maßnahmen, die aktiv die Skalierung unterstützen, wirken sich mitunter kontraproduktiv aus Sicht der Paradigmenverwirrung aus.

In der Folge haben sich in den letzten Jahren die Schwerpunkte der Studie immer wieder verschoben. Grundlage für die Schwerpunktbildung sind jedoch letztlich immer auch die Ergebnisse der Studie, deren Analyse uns nicht nur neue Erkenntnisse liefert, sondern auch bei der Hypothesenbildung unterstützt. Die Ergebnisse unserer Forschungsaktivitäten spiegeln sich jedoch nicht nur in wissenschaftlichen Publikationen wider, sondern finden auch über verschiedene Projekte Eingang in die Praxis.

Aspekte, mit denen wir uns in den kommenden Studien intensiver beschäftigen wollen, sind z.B. die Skalierung über mehrere Organisationseinheiten und die damit verbundene Strukturierung von Informationsflüssen, neuartige Anforderungen an Führungskräfte durch agile Arbeitsweisen aber auch Herausforderungen der Erfolgsmessung von agilen Entwicklungsprozessen.












Es ist uns an dieser Stelle ein besonderes Anliegen, all denen herzlich zu danken, die unsere Studie mit der Teilnahme an der Befragung unterstützen. Ihre Erfahrungen im Umgang mit agilen Methoden in der Entwicklung mechatronischer Systeme sind für uns wertvoll und wichtig. Zusätzlich dienen diese Ergebnisse nach wie vor als Benchmark, an dem Sie sich orientieren können.

Wir freuen uns, wenn die Studienergebnisse Ihnen Anregungen und Inspiration für Ihre Arbeit bieten. Wir wünschen Ihnen wie immer eine angenehme Lektüre.

Das Autorenteam

Das im vorliegenden Dokument gewählte generische Maskulinum bezieht sich selbstredend zugleich auf die männliche, die weibliche und andere Geschlechteridentitäten. Zur besseren Lesbarkeit wird auf die Verwendung geschlechterspezifischer Sprachformen im Folgenden verzichtet.

Inhalt

Stimme aus der Industrie	4	
Vorwort	5	
1 Nutzen und Potential	8	
1.1 Erschließung des Nutzens – Perspektiven der Wirkung (Autoren: Weiss, S., Michalides, M.)	8	
1.2 Wer als Kunde wahrgenommen wird und welche Auswirkungen dies auf die Validierung hat (Autoren: Paetzold-Byhain, K., Stoiber, L.)	11	
1.3 Hemmnisse in der Anwendung agiler Methoden (Autoren: Weiss, S., Michalides, M.)	15	
1.4 Einsatz digitaler Verfahren und neuer Technologien (Autoren: Weiss, S., Michalides, M.)	20	
1.5 Zwischenfazit	21	
2 Anwendung	22	
2.1 Auswirkungen der agilen Transformation auf die Organisation (Autorin: Scharold, F.)	22	
2.2 Messbarkeit des Erfolgs agiler Entwicklung mechatronischer Systeme (Autoren: Pendzik, M., Scharold, F.)	26	
2.3 Anwendung von Scrum – In der Praxis finden sich unverändert stärkere Anpassungen wieder (Autoren: Weiss, S., Michalides, M.)	31	
2.4 Bezug zu den Vorjahren (Autoren: Paetzold-Byhain, K., Michalides, M.)	34	
2.5 Zwischenfazit	36	
3 Demografie	37	
(Autorin: Paetzold-Byhain, K.)		
3.1 Die Unternehmen	37	
3.2 Die Teilnehmenden	38	
3.3 Betrachtete Produktspektren	39	
4 Zusammenfassung und Ausblick	41	
(Autorin: Paetzold-Byhain, K.)		
Methodik	42	
Quellenverzeichnis	43	
Über die Autoren	44	

Nutzen und Potential

1 Nutzen und Potential

1.1 Erschließung des Nutzens – Perspektiven der Wirkung

Aspekte der Teameffizienz dominieren – Kostenbezogene Verbesserungen werden selten berichtet.

Agile Produktentwicklung ist nicht kostenintensiver als konventionelle Produktentwicklung.

Kulturelle und produktstrukturelle Komplexität sind Haupttreiber für Herausforderungen.

Zunächst wollten die Autoren einen Blick auf die Nutzenperspektiven werfen, welche sich durch die Anwendung agiler Arbeitsweise im Kontext der Produktentwicklung eingestellt haben. Diese Nutzenperspektiven wurden bereits im Jahr 2018 abgefragt und untersucht. Wie in **Abbildung 1**

ersichtlich, ist der Nutzen hinsichtlich der verbesserten Kommunikation im Team sowie die erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit auf Veränderungen durch die Teilnehmer attestiert. Die an der Umfrage beteiligten Teilnehmer gaben außerdem an, dass der Nutzen im Hinblick auf die typischen KPIs (Key Performance Indicators) beobachtbar ist. Perspektivisch wird ein größerer Nutzen durch die agile Arbeitsweise eher mit weiche- ren Faktoren, wie verbesserten Lernprozessen, Kundenverständnis, Kommunikation und erhöhter Reaktionsgeschwindigkeit, verbunden und assoziiert. Die klassischen KPIs rangieren sich hinter diesen ein. Reduzierte Entwicklungskosten werden querschnittlich nicht der agilen Arbeitsweise zugeschrieben. Obgleich rund ein Viertel der Teilnehmer der agilen Arbeitsweise eine verkürzte Produktentwicklungszeit attestieren, gaben ein Drittel einen geringen und keinen Nutzen an. Der Nutzen durch die Anwendung agiler Entwicklung wird folglich und unverändert durch eher weiche- re Faktoren determiniert.

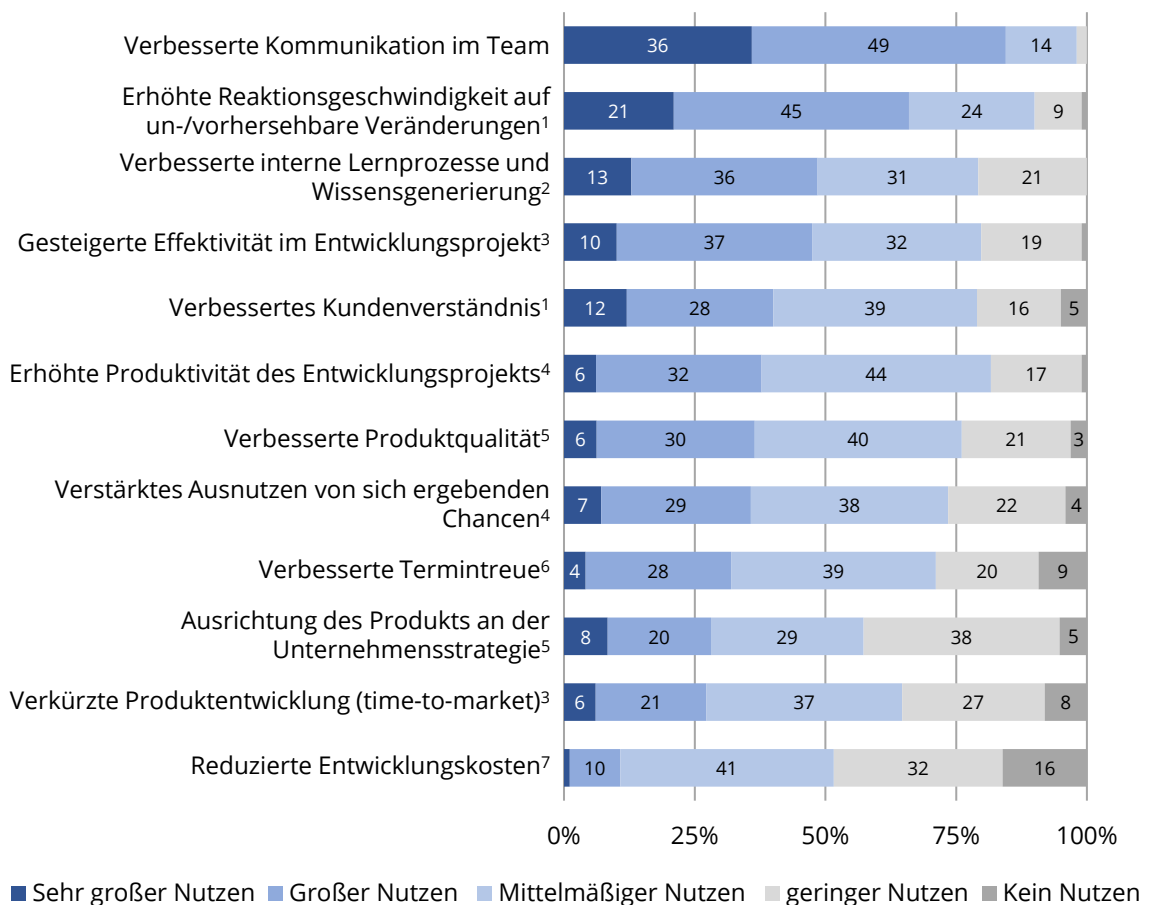


Abbildung 1: Nutzen agiler Arbeitsweisen in Prozent, n=93, ¹(n=99), ²(n=96), ³(n=97), ⁴(n=98), ⁵(n=100), ⁶(n=101), ⁷(n=103)

Nachdem die Teilnehmer den Nutzen der agilen Arbeitsweise eingeschätzt hatten, wollten wir in Erfahrung bringen, wie hoch die Zusatzkosten sind, die mit der agilen Entwicklung physischer Produkte einhergehen.

In **Abbildung 2** sind die Zustimmungswerte zu den fünf Kategorien, die als Zusatzkostentreiber in Frage kommen, dargestellt. Insgesamt ergibt sich das Bild, dass die durch die agile Entwicklung verursachten Mehrkosten (zumindest bei den aufgeführten Aspekten) in der Mehrzahl als vertretbar (mittelmäßig bis vernachlässigbar) angesehen werden können. Diese Aussage stützt die bereits erhobenen Daten aus dem Jahr 2018, die wir damals mit derselben Frage erhalten haben. Dort wurden alle Kategorien im Mittelwert auch als im Wesentlichen nicht kostentreibend bewertet. Im Zeitverlauf über 5 Jahre bestätigt sich, dass die agile Entwicklung physischer Produkte im Wesentlichen keine Zusatzkosten erzeugt. Die Vermutung, dass der Prototypenbau Kosten treibt, ist insofern eher abzulehnen. Die agile Produktentwicklung erfordert in jeder Iteration potenziell auslieferbare Inkremente. Nichtsdestotrotz sehen die Teilnehmer keine großen Kosten für die Erstellung von Prototypen physischer Produkte. Möglicherweise differenzieren die Unternehmen deutlich stärker zwischen verschiedenen potenziell auslieferbaren Inkrementen, sodass nicht alle zu validierenden Aspekte eines Prototyps bedürfen. Im Deutschen ist mit "Prototyp" oft ein High-Fidelity-Prototyp gemeint.

Im Detail lassen sich die fünf gezeigten Kategorien bezüglich der Zusatzkosten weiter aufschlüsseln. Hinsichtlich der drei eng mit Scrum assoziierten Kategorien ergibt sich folgendes Bild: Für die intensive Kundeneinbindung geben 63 % geringe, beziehungsweise zu vernachlässigende Kosten an. Bei der engen und häufigen Kommunikation mit Stakeholdern sinkt dies auf 47 %, für enge und häufige Kommunikation im Team sind es 46 %. Folglich scheint insbesondere die Nutzung von Scrum keine hohen bzw. immensen Kosten zu verursachen. Dem Kostentreiber Ausbildungsbedarf ordnen 43 % eher wenig Zusatzkosten zu, jedoch 22 % eher erkennbare Zusatzkosten. Hier wirkt die Zustimmung eher heterogen, was sich leicht mit einem klassischen Transformationsaufwand und weniger mit methodisch bedingten Ursachen in Verbindung bringen lässt. Würde man die Zustimmungswerte für „Mittelmäßige“ Zusatzkosten als nicht akzeptabel werten, könnte auch der Hinweis entnommen werden, dass sich ein Effizienzpotenzial in der Anwendung verbirgt. Hier kann die Studie nicht eindeutig sein, da sie als branchenübergreifend nicht ausdifferenzieren kann.

Aufbauend auf der zuvor gestellten Frage interessierte die Autoren, mit welchen tatsächlichen Herausforderungen die Teilnehmer der Unternehmen rückblickend in der Umsetzung der agilen Produktentwicklung konfrontiert waren. In dem dargestellten Diagramm der **Abbildung 3**

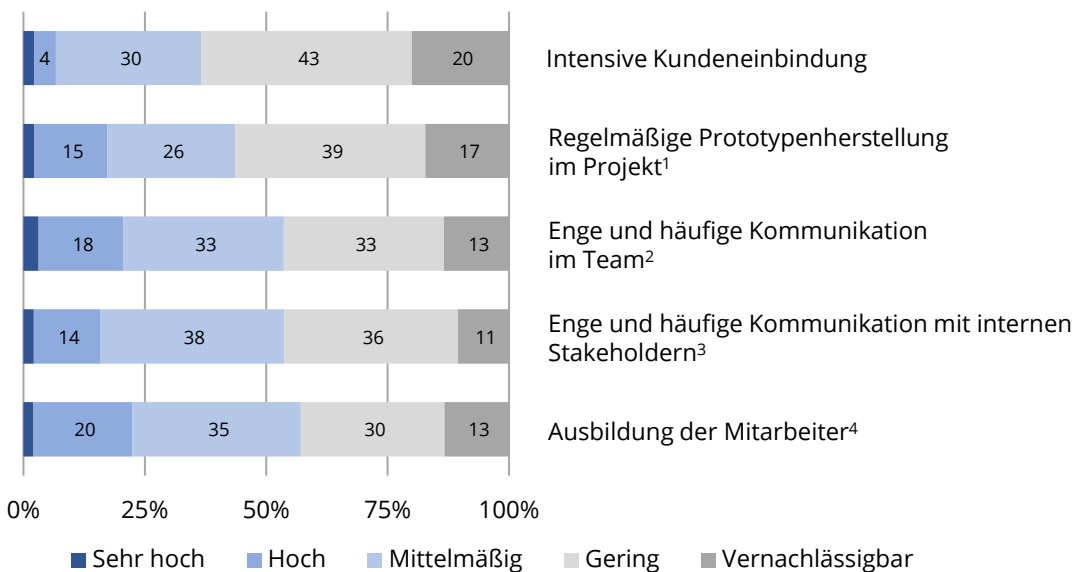


Abbildung 2: Durch die Einführung von agilen Methoden entstandene Zusatzkosten in Prozent, n=90, ¹(n=87), ²(n=97), ³(n=95), ⁴(n=98)

Nutzen und Potential

wurden die Befragten gebeten, eine Einschätzung abzugeben, wie groß rückblickend die Herausforderungen für Ihr Unternehmen in der Umsetzung der agilen Produktentwicklung waren. Etwa 80 % der Teilnehmer empfinden (sehr) große Herausforderungen bezogen auf die Einbettung in sonst klassische organisierte Unternehmen, Etablierung der agilen Arbeitsweise sowie der Interpretation der agilen Praktiken aus der Softwareindustrie für die Entwicklung physischer Produkte, als gegeben an. Knapp drei Viertel der Teilnehmer gaben ferner an, dass die Skalierbarkeit auf Großprojekte eine nach wie vor ungelöste (sehr) große Herausforderung ist. Im Schnitt rangieren die Items, welche durch die Charakteristika der Materialisierung von Produkten gekennzeichnet sind, etwas weiter hinten und werden weniger als Herausforderung wahrgenommen. So gab die Hälfte der Befragten an, dass die kostengünstige Prototypenherstellung eine geringe bis gar keine Herausforderung darstellte. Ebenfalls scheint die Wahl geeigneter Prototypenarten eine eher moderate Herausforderung zu sein.

Es erhärtet sich der Eindruck, dass die Anwendung und Kopplung des grundlegenden "agilen Mindset" schwierig ist, während die beschreibbaren Methoden und Frameworks wie Scrum, Kanban, eXtreme Programming sowie Prinzipien wie Teamarbeit und Praktiken wie tägliche Stand-ups darauf aufbauen. Die genannten Methoden lassen Raum für viele andere Möglichkeiten entsprechend des Mindsets zu handeln. Im Gegensatz dazu, scheinen die Items verstanden, welche die Aspekte der sogenannten Constraints of Physicality adressieren. Diese Items, wie günstige Prototypenherstellung, gruppieren sich hinter denjenigen Items ein, welche das agile Mindset adressieren. Teamarbeit und postulierte Selbstorganisation nach dem Manifest für Agile Softwareentwicklung werden als grundlegende Aspekte der agilen Entwicklung physischer Produkte angesehen. Insbesondere die kollaborative Zusammenarbeit im Gegensatz zur kooperativen Zusammenarbeit erweist sich als sehr wichtig. Möglicherweise wird insbesondere bezogen auf die Selbstorganisation eine Veränderung in den Organisationsstrukturen

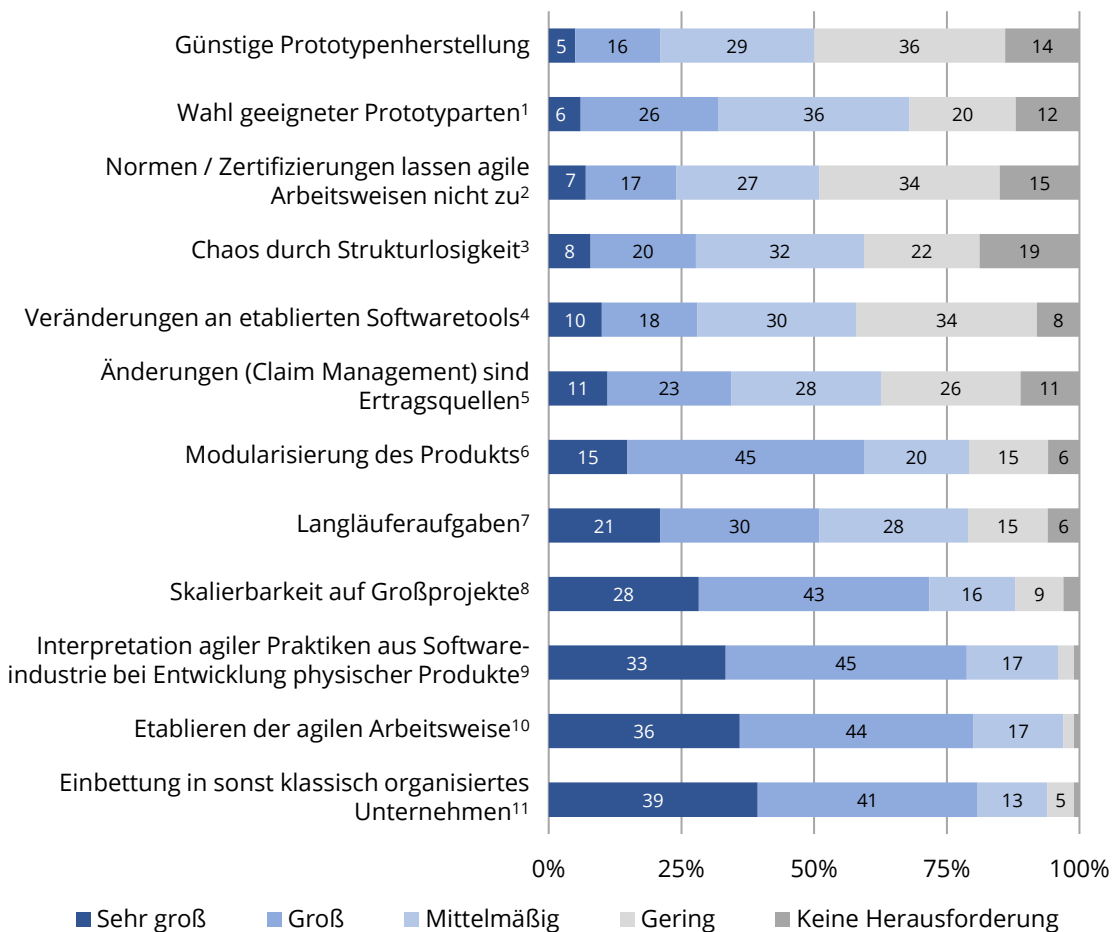


Abbildung 3: Herausforderungen für Ihr Unternehmen in der Umsetzung agiler Methoden in Prozent, n=80, ¹(n=89), ²(n=88), ³(n=91), ⁴(n=77), ⁵(n=61), ⁶(n=87), ⁷(n=82), ⁸(n=86), ⁹(n=93), ¹⁰(n=96), ¹¹(n=97)

des Unternehmens erwartet, da klassisch organisierte Unternehmen diese vermeintlich weniger abbilden.

Die Praktiker scheinen sich der Notwendigkeit bewusst zu sein, agile Methoden und Praktiken entsprechend des spezifischen Entwicklungskontexts zu interpretieren und auszuwählen, sodass ein agiles Mindset aber auch die Neuinterpretation zu großen Herausforderungen führt, welches allerdings nicht von der Anwendung abzuhalten scheint. Es darf angenommen werden, dass das agile Mindset und das richtige Verständnis sowie dessen zweckmäßige Interpretation Dreh- und Angelpunkt bleiben. Wie das agile Mindset jedoch besser vermittelt werden kann, ist nach wie vor ein Thema, das weiterhin bearbeitet werden muss.

Mit dem erneut gestellten Fragenkatalog zu den Herausforderungen haben wir die Untersuchung aus dem Jahr 2018 mit identischen Frage-Items erneut aufgegriffen. **Tabelle 1** stellt insofern die Reihenfolge der Top 3 und der Low 3 Items in einer Tabelle dar (vgl. vollständig in 2018).

Überraschenderweise hat sich über 5 Jahre keine wesentliche Verschiebung in den Top- und Low-Herausforderungen ergeben. Es gab nur geringfügige Verschiebungen, bei denen sich die Platzierungen der Herausforderungen um höchstens einen Rang nach oben oder unten verändert haben. Keine der anderen abgefragten Herausforderungen hat es in die Top 6 geschafft. Die Themen Langläufer, Modularisierung und Interpretation sind eindeutig mit den Anforderungen der physischen Produktentwicklung verbunden und scheinen auch nach 5 Jahren noch nicht zufriedenstellend gelöst zu sein.

1.2 Wer als Kunde wahrgenommen wird und welche Auswirkungen dies auf die Validierung hat

Als Kunden werden unterschiedliche Stakeholder sowohl innerhalb des Unternehmens als auch außerhalb wahrgenommen.

Der Validierung von Entwicklungsergebnissen durch den Kunden wird eine große Bedeutung beigemessen.

Die meisten Unternehmen nutzen für den zielorientierten Erkenntnisgewinn verschiedene Demonstratorarten zur Validierung.

Erkenntnisse zum Kundenbegriff

Die Effizienz agiler Entwicklungsprozesse stützt sich auf Kommunikation und Kollaboration und zwar nicht nur innerhalb des Entwicklungsteams, sondern auch mit dem Kunden. Dies erfordert einerseits, dass sich der Kunde im Projekt engagiert und andererseits, dass der Kunde in die Entwicklungsaktivitäten integriert wird. Entwicklungsteams und Kunden arbeiten eng zusammen, um ein gegenseitiges Verständnis für die Projektanforderungen aufzubauen. Gleichzeitig wird die kontinuierliche Kundenintegration gerade im Kontext der Entwicklung mechatronischer Systeme als eine große Herausforderung gesehen [1]. Eine der Zielstellungen dieser Studie ist es daher, diese Herausforderungen etwas näher zu spezifizieren und Rückschlüsse auf Gründe hierfür zu identifizieren, um weiterführende Lösungsansätze zur besseren Integration erarbeiten zu können.

Im agilen Entwicklungsumfeld im Kontext mechatronischer Systementwicklung kann oft nicht ein in

Tabelle 1: Auflistung der Herausforderungen von 2023 und 2018 sortiert nach der Rangfolge der sechs größten Herausforderungen

Tatsächliche Herausforderungen	2023	2018
Etablieren der agilen Arbeitshaltung	2	1
Einbettung in sonst klassisch organisiertes Unternehmen	1	2
Interpretation agiler Praktiken aus Softwareindustrie bei Entwicklung physischer Produkte	3	3
Modularisierung des Produkts	5	4
Bedingte Skalierbarkeit auf Großprojekte	4	5
Langläuferaufgaben	6	6



Nutzen und Potential

diesem Sinn eindeutiger Kunde identifiziert werden. Ein Grund hierfür ist unter anderem, dass die Unternehmen z.B. in der Automobilindustrie für einen Massenmarkt entwickeln. Der Kunde nimmt daher branchen-, zyklus- und produktspezifisch unterschiedliche Rollen ein. Aus diesem Grund wurde zunächst erfragt, wer als Kunde in agilen Entwicklungsprojekten auftritt, das Ergebnis ist im Balkendiagramm in **Abbildung 4** dargestellt. Hierbei ist erkennbar, dass als Kunden hauptsächlich die Stakeholder *Auftraggeber* (59 %), *Interne Schnittstellenpartner* (58 %) und *Endkunden* (55 %) verstanden werden. Der *Benutzer* wird von 28 % der Befragten als Kunde betrachtet. Der verbleibende Rest (18 %) setzt sich zusammen aus Lieferanten, OEM, Produktmanager und Einzelnennungen. Die mehrheitliche Auffassung des Stakeholders Kunde deckt sich mit dem Verständnis vom Kunden in der agilen Entwicklung (Auftraggeber, Endkunde, Benutzer).

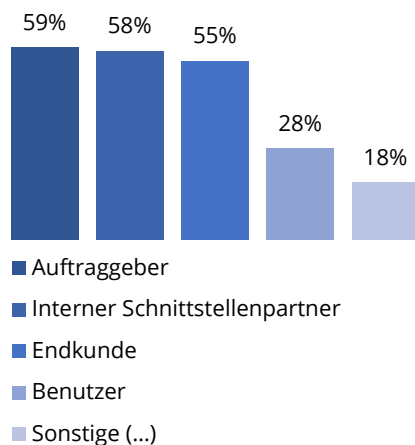


Abbildung 4: Interpretation des Begriffs Kunde bei der Arbeit mit agilen Methoden, Mehrfachnennung möglich, n = 97

Auffällig ist dabei die häufige Nennung der internen Schnittstellenpartner als Kunde (58 %). Dies ist eine logische Konsequenz großer, komplexer Produkten, die durch Arbeitsteilung entwickelt werden. Deshalb besteht für die Entwickler also die Notwendigkeit, sich Informationen von kooperierenden Entwicklungsteams zu beschaffen bzw. Informationen für kooperierenden Entwicklungsteams bereit zu stellen. Die dort entstandenen Lösungsansätze generieren neue oder erweiterte Anforderungen für die eigene Arbeit. Dies erfordert die Skalierung der Informationsflüsse zwischen den Entwicklungsteams.

Um dieses Phänomen besser greifen zu können, wurde untersucht, inwieweit das jeweils vorherrschende Kundenverständnis mit unternehmensspezifischen Faktoren wie beispielsweise der Unternehmensgröße zusammenhängt. Die Hypothese dahinter ist, dass gerade in großen und mittleren Unternehmen, durch die in der Regel ausgeprägten Hierarchien in der Entwicklungsorganisation und den damit einhergehenden Aufbaustrukturen, verstärkt interne Abteilungen als Kunden fungieren. Dabei konnte festgestellt werden, dass zwischen der Unternehmensgröße und der Interpretation des Kundenbegriffs kein nennenswerter Zusammenhang besteht. Der Stakeholder Kunde verändert sich nicht in der Interpretation bei steigender Unternehmensgröße.

Zusätzlich wurde geprüft, ob eine Korrelation zwischen der Interpretation des Kundenbegriffs und den wahrgenommenen Zusatzkosten durch die intensive Kundeneinbindung besteht. Hintergrund hierfür ist die Überlegung, dass die Nutzung interner Kommunikationswege als weniger aufwändig und ressourcenintensiv gesehen wird als die Kommunikation "nach draußen" über die Unternehmensgrenze hinweg. Zwischen der Interpretation des Kundenbegriffs und der Frage nach eingestellten Zusatzkosten durch die intensive Kundeneinbindung in der agilen Entwicklung physischer Produkte wurde keine Korrelation nachgewiesen. Das deutet darauf hin, dass entstandene Zusatzkosten durch Kundeneinbindung nicht davon abhängen, ob der Kunde intern oder extern agiert.

Aussagen zur Validierung durch den Kunden

Die Einbindung der Kunden in den Entwicklungsprozess beim agilen Arbeiten dient in erster Linie der Ergebnisvalidierung. Gleichzeitig gilt es, über diese Validierung zusätzliche Anforderungen zu identifizieren bzw. Anforderungen zu konkretisieren. Die intensive und regelmäßige Integration des Kunden wird in der Literatur als essentiell für den Erfolg agilen Arbeitens gesehen. Umso mehr erscheint es von Bedeutung, die Wirkmechanismen infolge der Kundeneinbindung zu verstehen, um die Kundenbeziehungen gezielt und effektiv gestalten zu können. Wesentliches Instrument in der Kommunikation mit dem Kunden ist dabei der Prototyp (in der Umfrage wurde der Begriff Demonstrator als Synonym verwendet). Prototypen repräsentieren dabei das Ergebnis von Entwicklungsaktivitäten (Inkrement). Mit der Frage nach

den Erfahrungen in der Validierung durch den Kunden galt es daher vor allem auch, ein Verständnis für die Nutzung von Demonstratoren als Mittel zu Kommunikation und Exploration aufzubauen. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 5** zu sehen.

Offensichtlich ist den Unternehmen die Bedeutung von Prototypen, gerade auch für die Kommunikation mit den Kunden, bewusst. Dies wird auch darin deutlich, dass 32 % mindestens überwiegend und nur 24 % wenig oder gar nicht zustimmen, Prototypen zur Validierung durch den Kunden zu nutzen. 33 % der Befragten stimmen dabei mindestens überwiegend zu, dass diese Validierung regelmäßig erfolgt. Dies ist vor allem auch ein Hinweis darauf, dass ein grundlegendes Verständnis agiler Arbeitsweisen vorhanden ist. Der Nutzen der regelmäßigen Kommunikation bezüglich der Identifikation von Unsicherheiten ist offensichtlich bewusst. Die Absicht kontinuierlich zu validieren wird daraus deutlich, dass Prototypen den Kunden nicht jederzeit zur Verfügung gestellt werden. Lediglich 21 % stimmen mindestens überwiegend zu, dass Kunden dauerhaft Zugriff auf Prototypen haben. Wachsende Produktreife wird dem Kunden also primär kurzzyklisch und einmalig bereitgestellt. Ein dauerhafter Zugriff würde zu zwei verschiedenen Entwicklungsständen - einem aktuellen beim Entwicklungsteam und einem obsoleten beim Kunden - führen. Die Folge wäre eine ungleiche Kommunikationsbasis.

Interessant sind in der Betrachtung der Ergebnisse zwei Dinge:

- Auf die Frage danach, ob für das Entwicklungsteam ein Erkenntnisgewinn nur aus der Validierung mittels Prototypen resultiert, erfolgte eine in Summe überwiegende und völlige Zustimmung von nur 25 % der Befragten. 75 % antworteten mit teilweise, geringer oder gar keiner Zustimmung. Dies bestätigt den Stand der Technik, dass Prototypen durchaus die Kommunikation mit dem Kunden unterstützen aber auch anders Verwendung finden und z.B. zur Exploration, also zum Ausprobieren und Testen dienen.
- Des Weiteren stimmten bei der Frage, ob unterschiedliche Prototypen zur Validierung Verwendung finden, 53 % der Befragten völlig und überwiegend zu, dass zur Validierung unterschiedliche Prototypenarten verwendet werden. Lediglich 10 % der Befragten geben hier wenig oder gar keine Zustimmung an.

Dies ist ein wichtiges Indiz dafür, dass die Auswahl und Verwendung von Prototypen durchaus zielorientiert erfolgt, diese also auf den gewünschten Erkenntnisgewinn hin ausgewählt werden. Prototypen im Sinne von Demonstratoren bilden nur Teilfunktionen bzw. Teilergebnisse der Entwicklung ab. Sie haben entsprechend unterschiedliche

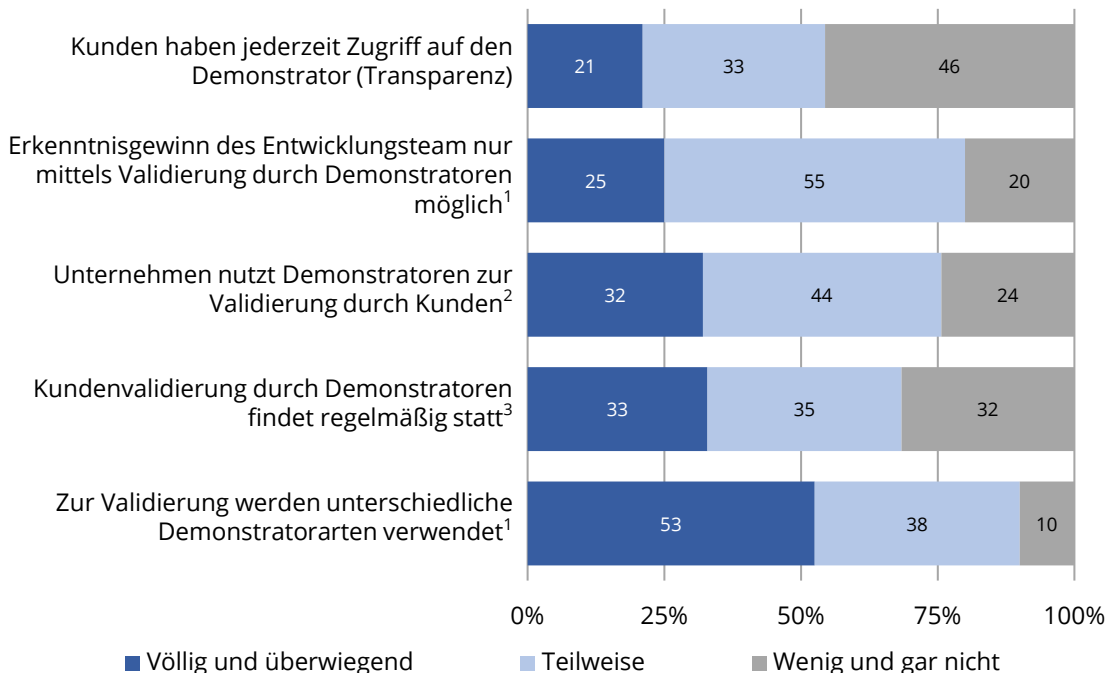


Abbildung 5: Zustimmungswerte hinsichtlich Erfahrungen mit Kundenvalidierung während des Entwicklungsprozesses in Prozent, n=57, ¹(n=80), ²(n=78), ³(n=79)

Nutzen und Potential

Aussagegehalte, dessen man sich durchaus bewusst ist, und gezielt für die Validierung einsetzt. Durch die aus Skalierung und Körperlichkeit resultierenden Herausforderungen entwickeln sich auch offensichtlich neue Strategien dazu.

Zusammenfassend wird bestätigt, dass Prototypen wichtige Hilfsmittel sind, um Arbeitsergebnisse mit dem Kunden zu validieren. Dies trägt aber nur zum Teil zum Erkenntnisgewinn bei, da über Prototypen auch das Explorieren und die Kommunikation unterstützt wird. Entsprechend ist eine einzige Prototypenart nicht ausreichend, um unterschiedliche Sachverhalte zu verdeutlichen, da aufgrund der Komplexität der zu entwickelnden Produkte in der Regel nicht alle Teilaspekte mit einem einzelnen Prototyp abgebildet werden können.

Zusammenhang zwischen dem als Kunden auftretenden Stakeholder und der Validierung

Im ersten Abschnitt wurde diskutiert, wer grundsätzlich als Kunde für den Entwicklungsprozess betrachtet wird. Hieraus lässt sich letztlich auch ableiten, welches Wissen zur Interpretation unterschiedlicher Prototypen mitgebracht wird. Dies wiederum beeinflusst die Kommunikation zwischen dem Entwicklungsteam und den Kunden bzw. die Effektivität in den Absprachen und auch die Qualität des Erkenntnisgewinns. Hypothese hierbei ist, dass ein Kunde zwar genaue Vorstellungen für seine Anwendungssituation hat, nicht aber unbedingt zu möglichen technologischen Lösungsansätzen und den damit verbundenen Nebenbedingungen bezüglich seiner Problemstellung. In der Konsequenz kann der Kunde möglicherweise manche Prototypen besser interpretieren, wenn sie in seine eigenen Handlungsroutrinen passen oder aufgrund eigener Erfahrungshintergründe besser einzuordnen sind als andere.

Untersucht werden soll also die Frage, ob die Art der Demonstratoren und die Verwendung dieser abhängig davon ist, welcher Akteur als der jeweilige Kunde betrachtet wird. Die genauere Betrachtung der Umfragedaten zeigt, dass die Art und Verwendung der Demonstratoren über fast alle der jeweiligen Auffassungen vom Kunden ähnlich sind. Es zeigen sich hier geringfügige Unterschiede in der Nutzung der Demonstratoren, wie beispielsweise im Falle des Akteurs *Benutzer*. Verglichen mit den Akteuren *Endkunde*, *Auftraggeber*

und *Internen Schnittstellenpartner*, deutet sich beim *Benutzer* eine geringere Zustimmung bei der Verwendung verschiedener Demonstratoren zur Validierung an. Diese Auffälligkeiten lassen sich jedoch nicht valide interpretieren, weil keine klare Unterscheidung zwischen *Benutzer*, *Endkunde* und *Auftraggeber* möglich ist. Es lässt sich damit festhalten, dass die Erwartung nicht bestätigt werden konnte, dass abhängig von der Zielgruppe ein Unterschied in der Verwendung der Demonstratoren vorliegt. Hier bedarf es einer stärkeren Ausdifferenzierung im Verständnis von *Auftraggeber*, *Endkunde* und *Benutzer* um eine belastbare Aussage treffen zu können.

Eine der Herausforderungen für das agile Arbeiten im Umgang mit der Physikalität war bislang immer die Forderung nach Prototypen zur Darstellung der Ergebnisse von Sprints. Diese fertigungstechnisch umzusetzen, bedeutet immer einen hohen Zeit- und Kostenaufwand. Offensichtlich haben sich in der konkreten Anwendung agiler Methoden in der Praxis hier pragmatische Lösungen bezüglich der Interpretation dessen, was als Prototyp Verwendung finden kann, etabliert. Um dies näher zu untersuchen, wurden den Beteiligten die Frage gestellt, welche Demonstratoren während der Entwicklung zur Kundvalidierung genutzt werden. Hierbei wurde bewusst der Begriff Demonstrator anstelle Prototyp gewählt, da der Begriff Prototyp in der Praxis anders belegt ist. Hierunter wird im allgemeinen Verständnis häufig ein zwar vereinfachtes aber funktionsfähiges Abbild des entstehenden Produktes aufgefasst, welches in der Regel erst in den späten Phasen der Entwicklung als Einzelstück entsteht. Im Rahmen der agilen Entwicklung können theoretisch jegliche Formen von Produktmodellen genutzt werden, um Arbeitsergebnisse zu validieren.

Abbildung 6 zeigt deutlich, dass tatsächlich verschiedenste Demonstratoren für die Validierung Verwendung finden. Die Aufteilung ähnelt einer Gleichverteilung, die in diesem Fall bei jeweils 6,7 % läge. Dabei ist durchaus auch eine gleichwertige Verteilung zwischen Hardware-Modellen (Einzelstück, physische Modelle, Prototypen, Muster, in Summe 34 %) und virtuellen Modellen (Digitale Modelle, 3D-Modelle, Zeichnungen, Simulationen, in Summe 35 %) zu erkennen. Eine vollständige Differenzierung ist schwierig, da teilweise auch nach der Verwendung der Demonstratoren gefragt wurde (Versuche, VR/AR-Umgebung,

Proof of Concept). Dies erfolgte gezielt, um besser nachvollziehen zu können, welche Faktoren für die Validierung mit dem Kunden von Interesse sind und welche Konsequenzen sich daraus für die Interpretation von Inkrementen grundsätzlich ergeben. An dieser Stelle gilt es, in folgenden Untersuchungen stärker auszudifferenzieren.

lungen anzupassen und diese Veränderungen aktiv zum Vorteil zu nutzen. Aufgrund der virtuellen Natur, welche die Softwareentwicklung charakterisiert, gestaltet sich die Anwendung im Bereich der physischen Produktentwicklung als schwierige Aufgabe und sorgt somit für Hemmnisse und Herausforderungen. Diese Schwierigkeiten be-

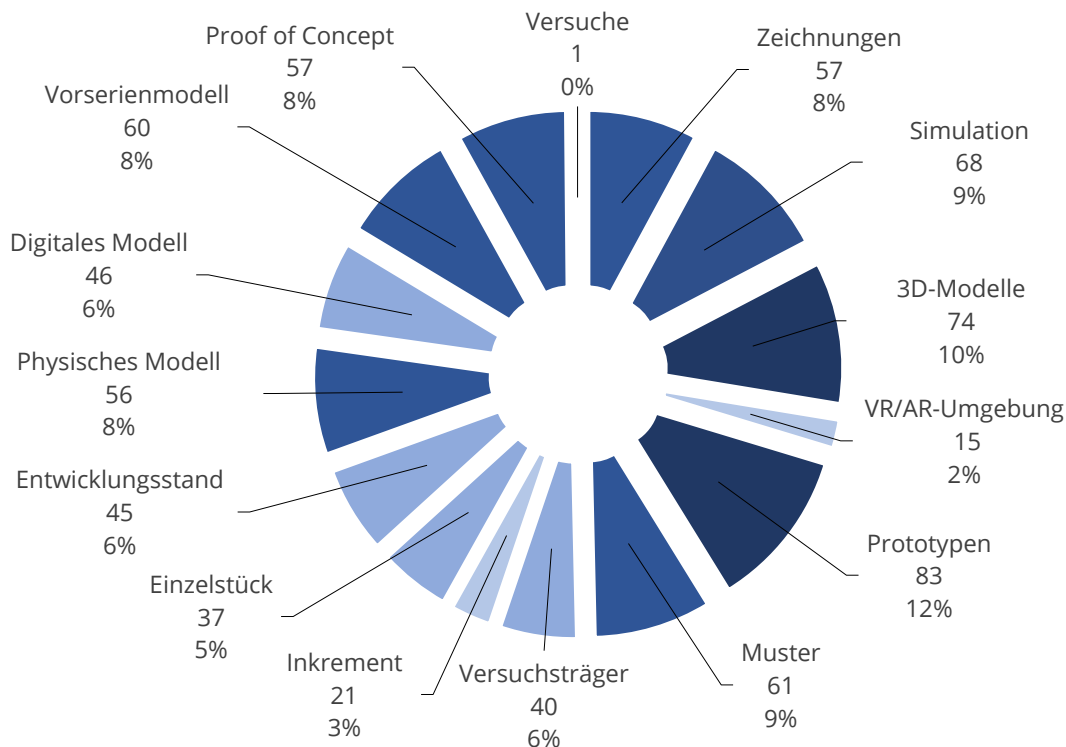


Abbildung 6: Während der Entwicklung zur Validierung genutzte Demonstratorarten

1.3 Hemmnisse in der Anwendung agiler Methoden

Bei der Implementierung und Anwendung agiler Produktentwicklung stellen nicht nur die Unterschiede in der Physikalität eine Herausforderung dar, sondern auch die Perplexität der Paradigmen.

Das als funktionsfähig und verwendbar deklarierte Inkrement stellt nach wie vor die häufigste Schwierigkeit in der Anwendung industrieller Praxis dar.

Potentiale von digitaler Produktentwicklung und agiler Produktentwicklung als auch deren kombinierte Anwendung sind benannt, aber bisher wenig erforscht.

ziehen sich im Wesentlichen auf alle Herausforderungen, die mit der physischen Beschaffenheit von Produkten verbunden sind. Diese sind in der Literatur als *Constraints of Physicality* bekannt und benannt, jedoch nicht die einzige Quelle auftretender Hemmnisse. Vor diesem Hintergrund wird dieses Kapitel die Einschränkungen in Bezug auf die physische Natur der Produkte genauer untersuchen. Die Autoren haben sich durch die Ergebnisse aus dem Jahr 2018 dazu motivieren lassen, dieselben Fragen erneut im Rahmen der Untersuchung zu stellen. Besonderes Augenmerk wurde auf die kontinuierliche Entwicklung über die zeitliche Dimension gelegt. Es wurde angenommen, dass sich die Erfahrungshorizonte verändert haben, was dazu führen könnte, dass bestimmte Herausforderungen und Hindernisse mittlerweile verringert worden sind.

Agile Entwicklung, die sich insbesondere in der Softwareentwicklung bewährt hat, zeichnet sich durch die Fähigkeit aus, sich schnell an Verände-

Nutzen und Potential

Schwierigkeiten, die zu Einschränkungen in der Nutzung agilen Arbeitens führen

In dieser Hinsicht haben wir die Teilnehmer auf die gleiche Weise wie im Jahr 2018 befragt, um herauszufinden, inwieweit die folgenden Schwierigkeiten ihre Arbeit in der agilen Entwicklung physischer Produkte einschränken. Die angebotenen Items blieben folglich unverändert. Die Auswertungsergebnisse sind in der **Abbildung 7** dargestellt.

Die gezeigte **Abbildung 7** visualisiert in Summe die Zustimmung und den Ablehnungsgrad in Bezug auf die Einschränkungen agiler Entwicklung physischer Produkte hinsichtlich der gezeigten Schwierigkeiten. Die Teilnehmenden lehnten keine der genannten Aspekte als Schwierigkeit ab, auch wenn bei einigen die Herausforderung als weniger gravierend wahrgenommen wurde. Die Hauptschwierigkeiten liegen offensichtlich darin, potenziell auslieferbare Inkremente innerhalb einer

Iteration sowohl zu gestalten als auch zu fertigen. Dies ist für mehr als die Hälfte der Teilnehmer eine Einschränkung in der agilen Produktentwicklung. Ferner attestieren die Teilnehmer mit ebenfalls über 50 % Zustimmung, dass eine Einschränkung darin besteht, Produkte in sinnvolle Inkremente für jede Iteration zu zerlegen. Eine erhöhter Ablehnungsgrad besteht vor allem bei den Schätzungen und Priorisierungen von Teilaufgaben sowie bezüglich der Vermarktung des Produktes (Produkt verkaufen, das noch nicht existiert).

Die Einbindung des Kunden sowie die Vermarktung eines nicht-existenten Produktes wirkt sich unterschiedlich einschränkend aus. Ein Produkt zu verkaufen, welches noch nicht existiert, ist eine größere Herausforderung als möglicherweise das Offenhalten von Gestaltungsoptionen zur adäquaten Bedürfnisbefriedigung des Kunden. Die Begründung hierfür liegt darin, dass in der Regel vorab definierte Anforderungen als Grundlage für

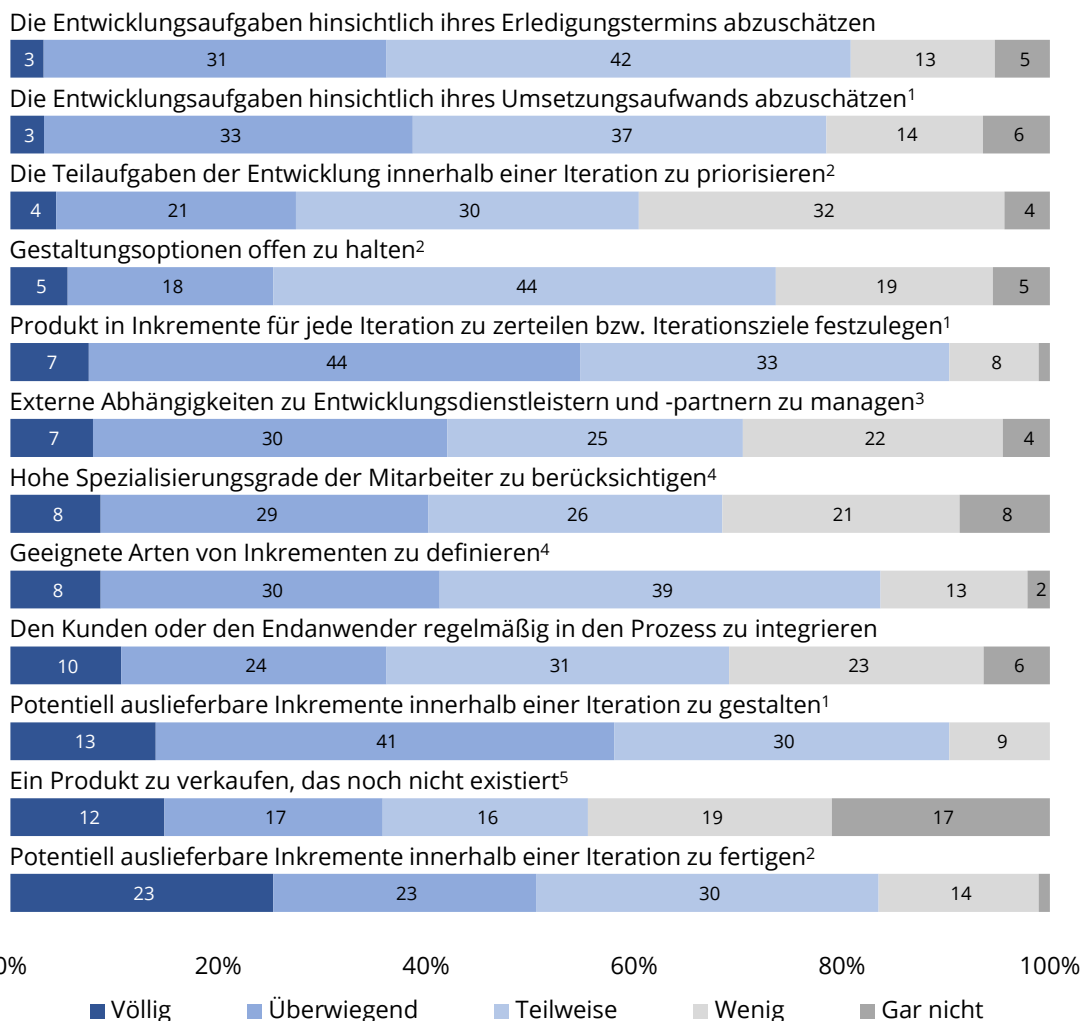


Abbildung 7: Schwierigkeiten bei agiler Entwicklung physischer Produkte in Prozent, n=94, ¹(n=93), ²(n=91), ³(n=88), ⁴(n=92), ⁵(n=81)

Verträge dienen und somit auch grundlegende Erwartungshaltungen festlegen. Unter Umständen ist es leichter, hier mit offenen Zielstellungen zu arbeiten (also der Möglichkeit, Gestaltungsoptionen zu nutzen) als komplett ohne diese. Ferner wird festgestellt, dass keine der gezeigten Schwierigkeiten querschnittlich verneint wird. Selbst nach 6 Jahren Praxis sind diese Schwierigkeiten immer noch vorhanden.

Das Inkrement, welches nach der Theorie ein elementarer Bestandteil agiler Entwicklung ist, sorgt nach wie vor für hohe Einschränkungen in der industriellen Anwendung. Ein Grund hierfür wird darin gesehen, dass gemäß dem Scrum Guide ein Inkrement ein funktionsfähiges, verwendbares Element ist, das sowohl der Kommunikation als auch der Exploration dient. Möglicherweise wird die aus der Software übertragene Beschreibung des Inkrements überpriorisiert, wodurch der Zweck des Inkrements in den Hintergrund gerät. Wenn man sich in der Mechatronikentwicklung dieses Zweckes bewusst ist, ist es anzunehmen, dass die Gestaltung von Inkrementen zielgerichteter und somit effektiver erfolgen kann. Die Definition geeigneter Arten von Inkrementen können situations- und kontextspezifisch für die Unternehmen ausgewählt werden und hängen sicherlich von dem prozentualen Anteil des Materialisierungsgrads des zu entwickelnden Produktes ab.

Freie Nennung von Schwierigkeiten

Um das dargestellte Bild zu verfeinern, haben wir den Teilnehmern angeboten, zusätzliche Schwierigkeiten zu benennen. Intention war es, weitere möglicherweise damals nicht berücksichtigte Schwierigkeiten in Bezug auf die *Constraints of Physicality* zu erfragen. Als offene Frage formuliert, bedurfte es zur Auswertung einer qualitativen Auswertungsmethode. Dabei erlaubt es die offene Fragestellung den Teilnehmern, flexibel und individuell zu antworten und zielte insofern auch auf ein tieferes Verständnis hinsichtlich der Identifikation weiterer Unzugänglichkeiten ab.

Um eine einheitliche Grundlage für die Auswertung zu schaffen, haben wir uns an den Clustern von Ovesen [2] orientiert. Ovesen beschäftigte sich bereits 2012 mit den Unterschieden zwischen Software- und Hardwareentwicklung in Bezug auf die Anwendbarkeit und mögliche Schwierigkeiten bei der agilen Hardwareentwicklung. Die Kategorisierung nach Ovesen stellt für das Studienteam eine relevante Bezugsbasis dar, da hier Zusammenhänge zu den *Constraints of Physicality* exponiert erarbeitet und publiziert wurden.

Ovesen identifizierte insgesamt fünf Cluster, wobei ein für die Studie besonderes Cluster das der *Constraints of Physicality* ist. Die weiteren vier Cluster sind *Paradigm Perplexity*, *Designer's Dissent*, *Distribution Dilemma* sowie *Education & Maturation* beschrieben.

Ovesen identifizierte insgesamt fünf Cluster, wobei ein für die Studie besonderes Cluster das der *Constraints of Physicality* ist. Die weiteren vier Cluster sind *Paradigm Perplexity*, *Designer's Dissent*, *Distribution Dilemma* sowie *Education & Maturation* beschrieben.

- *Constraints of Physicality* beschreiben einen Teil der Übertragung, welcher für die tatsächliche Anwendung notwendig ist: Der Übergang von Virtualität in der Softwareentwicklung zu den Zwängen und Hemmnissen der Physikalität in der Produktentwicklung.
- *Paradigmen Perplexität* adressiert im Wesentlichen die aufkommende Verwirrung infolge sich widersprechender Entwicklungsparadigma. Dies betrifft sowohl die Organisationsstruktur als auch die Entwicklungsarbeit.
- *Designer's Dissent* bezieht sich auf kulturelle Aspekte der jeweiligen Teildisziplinen bei der tatsächlichen Entwicklung physischer Komponenten. So kommt es vor, dass sich mechanische Entwicklungsteams weniger stark an agile Methoden halten, wie es Entwicklungsteams tun würden, die z.B. eingebettete Systeme entwickeln, deren Softwareanteil höher ist. Die kontextspezifischen Randbedingungen müssen hier berücksichtigt werden.
- Das *Distribution Dilemma* betrachtet die Zusammensetzung von Scrum Teams. Dabei bezieht sich Ovesen insbesondere auf den Scrum Guide, der ursprünglich im Kontext der Softwareentwicklung verfasst wurde, sodass mit Ablagen hinsichtlich Größe und cross-funktionaler Zusammensetzung zu rechnen ist.
- *Education & Maturation* umfasst diejenigen Punkte, die mit der Einführung, der Konsistenzschaffung von Prozesssteuerungssystemen sowie Managementsystemen einhergehen. Dies betrifft sowohl den Prozess der Reifung als auch die notwendige Zeit für das Sammeln von Erfahrungen sowie etwaige Ausbildungsnotwendigkeiten.



Nutzen und Potential

In Summe haben 34 Teilnehmer von der Möglichkeit zur Formulierung eines Freitextes Gebrauch gemacht. Dies entspricht ca. ein Viertel der Teilnehmerzahl der Studie. Dies zeigt, dass es einen Bedarf für Anmerkungen gab, um den vorgegebenen Fragenkatalog mit individuellen Erfahrungen anzureichern beziehungsweise zu ergänzen. Eine wichtige Zusatzleistung, wofür sich das Studienteam ausdrücklich bedankt.

In der **Tabelle 2** ist die Anzahlverteilung der Nennungen bezogen auf die fünf Ovesen Cluster gezeigt. Die in natürlicher Sprache rückgemeldeten 34 Beobachtungen zeigen erwartungsgemäß eine multimodale Kopplung auf die fünf Ovesen-Kategorien. Eine Nennung spricht in der Regel 2-3 Kategorien an, z.B. Paradigmen Perplexität und Ausbildung & Reife.

Zur genaueren Betrachtung der Ergebnisse möchten wir die beiden Extreme am oberen und unteren Ende der Anzahlwerte herausgreifen:

- Mit 65 % wird das Cluster Paradigmen Perplexität am häufigsten angesprochen. Die berichteten Beobachtungen konzentrieren sich auf wahrgenommene Widersprüchlichkeiten, die als klassische Symptomatiken zur Bearbeitung im Change-Management anregen. Die kulturelle Balance scheint noch nicht hergestellt. Augenscheinlich befindet sich die Mehrheit der Teilnehmer in einem noch andauernden Prozess des Wandels hin zur Anwendung der agilen Produktentwicklung. Klassische Problemstellungen, wie sie in vielen Veränderungssituationen auftreten, sind daher vorhanden und müssen gelöst werden.

- Die Körperlichkeit als Einschränkung (Constraints of Physicality) wird mit nur 9 % nicht als primär beobachtbare Schwierigkeit genannt. Da sich der zuvor zur Bewertung vorgelegte Fragenkatalog (Ergebnisse der **Abbildung 7** - Zustimmung bezogen auf den Grad der präsentierten Schwierigkeiten in der agilen Entwicklung physischer Produkte) bereits damit beschäftigt hatte, steht dieser Aspekt nicht mehr im Fokus und ist daher nicht mehr als Artefakt des Studiendesigns zu bewerten. Gleichzeitig zeigen aber die Verknüpfungen mit den *Constraints of Physicality* und dem *Designer Dissent*, dass die Physikalität durchaus eine Rolle spielt, wenn auch eine nur mittelbare oder ursächlich verdeckte. Dies deckt sich mit unseren bisherigen Erfahrungen, dass die Bedingungen der Entwicklung eines physischen Produktes als eine ursächliche Restriktion wenig erkannt wird. Diese wirken jedoch kontextuell fundamental. Sie legen durch die Sachlogik, die z.B. in Methoden und Vorgehensweisen zur Lösung von Konstruktionsaufgaben kodiert sind, nicht nur eine sinnvolle Reihenfolgelogik für Tätigkeiten nahe. Ferner determinieren sie auch deren Abhängigkeiten.

Hierdurch werden viele der Maßnahmen und das Verhalten im Projektmanagement sowie insgesamt das Wertesystem der Entwicklungsführung als technisches Management mittelbar geprägt. Adaptierte agile Methoden und Frameworks ohne Verbindungen zur „physikalische Entwicklungsumgebung“ und den dort verwendeten Modellen und Tools, wie eben z.B. Scrum, erzeugen dann dazu spürbare und beobachtbare Abweichungen und Friktionen.

Tabelle 2: Verteilung der Cluster nach Ovesen (prozentuale Angaben als gerundete Werte – Mehrfachzuordnungen möglich)

Kategorie nach Ovesen	Kurzbeschreibung	Anzahl	Anteil
Paradigmen Perplexität	Aufkommende Verwirrung in Folge sich widersprechender Entwicklungsparadigma	22	65 %
Distribution Dilemma	Schwierigkeiten bezüglich der Zusammensetzung von agilen Teams	6	18 %
Education & Maturation	Einführung und Implementierung von konsistenten Systemen sowie Ausbildungsnotwendigkeiten	6	18 %
Designer's Dissent	Verschiedene Aspekte der jeweiligen Teildisziplinen bei der Entwicklung physischer Komponenten	4	12 %
Constraints of Physicality	Zwänge der Körperlichkeit gegenüber von Virtualität	3	9 %

Adaption agiler Methoden für physische Produktentwicklung

Nachdem die Schwierigkeiten der Teilnehmenden im Umgang mit agiler Entwicklung darlegt wurden, soll in einem weiteren Schritt der Adaptionsbedarf verschiedener Elemente bezogen auf die Einschränkung der Körperlichkeit untersucht werden. Dazu wurden die Teilnehmenden gebeten, diese insbesondere für die Aspekte der Skalierung, der Rollen, der Ergebnisse, der Artefakte und der Dauer der Iterationszyklen sowie die Definition des Begriffs Inkrements zu bewerten. Die Absicht war es herauszufinden, wo die Wechselwirkung zwischen Einschränkung der Körperlichkeit und dem jeweiligen Item am stärksten ist. Die Ergebnisse sind in der **Abbildung 8** dargestellt.

In der **Abbildung 8** wurde folglich die Zustimmung hinsichtlich einer Adaption bezogen auf die Anwendung agiler Methoden betrachtet. Als signifikantes Unterscheidungsmerkmal zur Softwareentwicklung sind Hardwareprodukte durch eine Materialisierung oder Körperlichkeit gekennzeichnet. Eine Anpassung der Definition des Begriffs Inkrement muss nach Ansicht von mehr als der Hälfte der Teilnehmer vorgenommen werden. 47 % der Teilnehmer gaben an, dass Anpassungen der Ereignisse und Artefakte ebenfalls durchgeführt werden müssen. Mit etwa 10 % gaben die Teilnehmer an, dass gar keine Adaptionen hinsichtlich der Skalierung der Teams sowie Änderungen in den Verantwortlichkeiten der Rollen notwendig sind.

In Summe geben die Teilnehmer an, dass im Gros Anpassungen in der Anwendung agiler Methoden

aufgrund der Körperlichkeit der Produkte erforderlich sind, obgleich die Stärke der Zustimmung über die einzelnen Elemente variiert. Es wird festgestellt, dass Anpassungen nicht immer auf die reine Körperlichkeit zurückzuführen sind, obwohl ein Gros den Anpassungsbedarf erkennt und benennt.

Ob eine eigene Definition des Begriffs Inkrement angepasst wird, wird von über 50 % bejaht, auch wenn aus Autorensicht der Zweck des Inkrements und somit der gesamtheitliche Nutzen wesentlicher ist. Möglicherweise verwirrt die sehr eng gezogene Definition aus der Softwareentwicklung die Hardwareentwickler. Eine Auflösung der Begrifflichkeit sowie deren Bedeutung für die Produktentwicklung scheint ratsam. Alle Bereiche begründen einen tieferen Einblick, da der konkrete Anpassungsbedarf extrahiert werden muss. Möglicherweise werden Schwierigkeiten auch unbewusst der Körperlichkeit zugeschrieben, obwohl sie möglicherweise das Mindset oder das Verständnis betreffen. Bereits vorangegangene Fragestellungen thematisierten das Inkrement als wahrgenommene Herausforderung und Schwierigkeit in der Anwendung durch die produzierende industrielle Praxis.

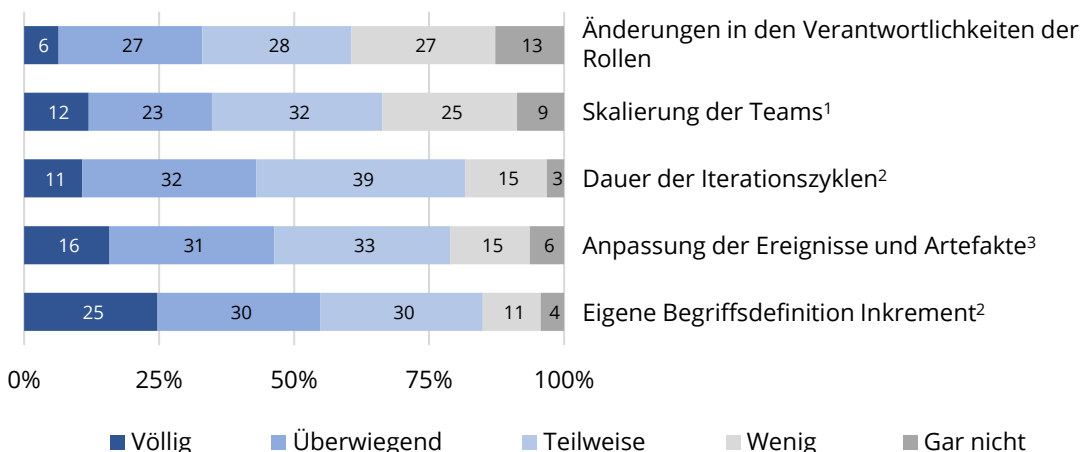


Abbildung 8: Aspekte der Adaption agiler Methoden in %, n=94, ¹(n=92), ²(n=93), ³(n=95)



Nutzen und Potential

1.4 Einsatz digitaler Verfahren und neuer Technologien

Etablierung der Werkzeuge der digitalen Produktentwicklung

Bezogen auf die Veränderungen für die physische Produktentwicklung, scheint ferner ein anderes Thema in den Vordergrund zu rücken. Mit modernen Methoden datengetriebener Produktentwicklung lassen sich Informationen im Entwicklungsprozess breiter nutzen, um damit zum Beispiel das Explorieren zu unterstützen. Die unterschiedlichen digitalen Möglichkeiten zur Visualisierung von Entwicklungsaufgaben und Ergebnissen erleichtern zusätzlich die Kommunikation zwischen Entwicklungsteams respektive anderen Stakeholdern. In diesem Sinne haben die Autoren darauf Bezug genommen, um herauszufinden, in welcher Stärke sich entsprechende Technologien bereits in der Anwendung und Umsetzung befinden. Aus Sicht der Autoren wurden hierbei verschiedene relevante Items als Optionen angeboten, welche sich in der **Abbildung 9** samt der Zustimmungswerte wiederfinden lassen. In der **Abbildung 9** ist

der Einsatz von digitalen Technologien wie auch KI-Verfahren hinsichtlich der Zustimmungstärke aufgetragen.

Keines der Verfahren wird gemäß den Aussagen der Teilnehmer standardmäßig querschnittlich eingesetzt, obgleich vereinzelte Teilnehmer eine grundsätzliche Nutzung der Technologien attestieren. Mit einer Zustimmung von 37 % wird der Einsatz von virtuellen Prototypen noch am häufigsten standardmäßig genutzt. Kaum bis gar nicht standardmäßig genutzt wird das automatische Konstruieren für Designentwürfe, als auch die Augmented Realities zur Visualisierung.

Ersichtlich wird, dass wenig bereits Standard ist. Die Grundgesamtheit der Antworten hat sich gegenüber den anderen Fragen reduziert. Die Rückmeldung zu den Kategorien *Selten* und *Niemals* überraschen, gerade im Zusammenhang mit den Zukunftsthemen Industrie 4.0, Digitalisierung, Machine Learning (KI). Die Gewichtung der Rückmeldung muss in Betracht ziehen, dass hier Themenbereiche abgefragt wurden und keine spezifisch fassbare Methode oder Methodik. Manches ist sicherlich inhaltlich neu und noch indifferent

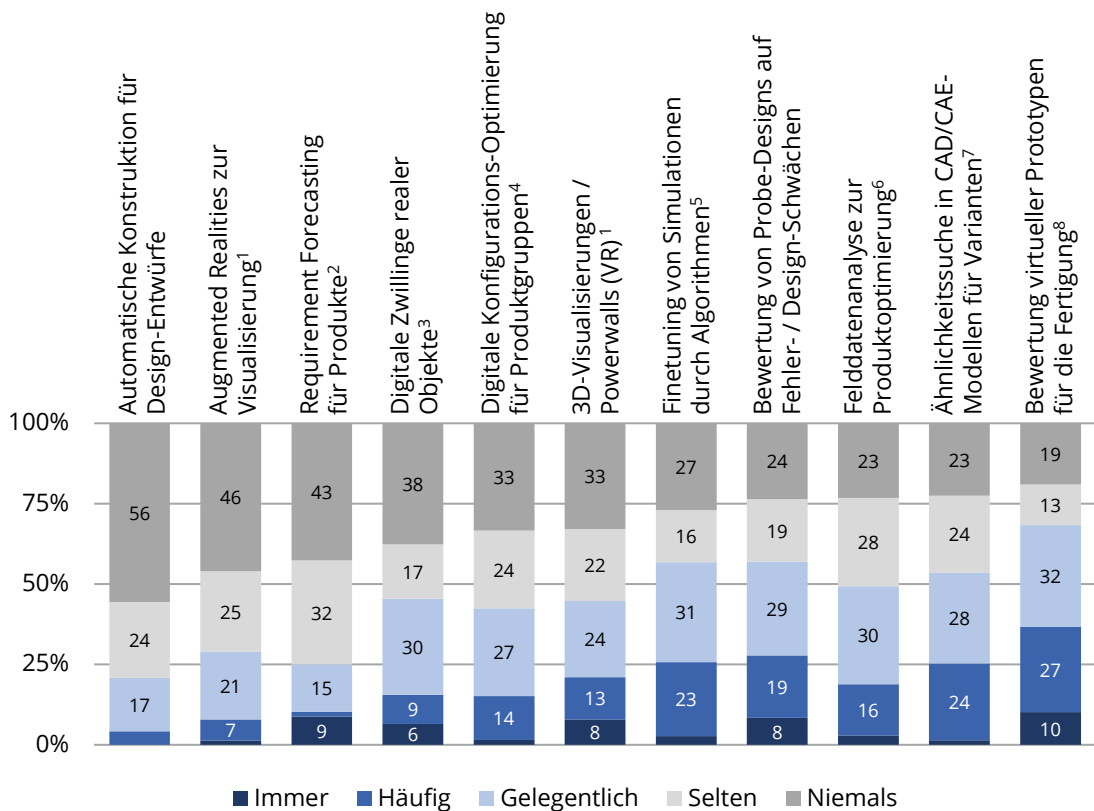


Abbildung 9: Standardmäßige Verwendung verschiedener Werkzeuge in Prozent, n=76, ¹(n=69), ²(n=71), ³(n=72), ⁴(n=74), ⁵(n=79), ⁶(n=68), ⁷(n=66), ⁸(n=77)

beschrieben. Dennoch deutet sich ein Potenzial an, welches es wert ist, in Zukunft auch unter dem Aspekt des Agile Developments genauer beleuchtet und verfolgt zu werden.

1.5 Zwischenfazit

In den bisherigen Abschnitten wurden das Verständnis hinsichtlich des Kunden / der Stakeholder sowie die Einschränkungen der Körperlichkeit im Kontext der agilen Produktentwicklung untersucht. Als integraler Bestandteil agiler Methoden erweist sich der Kunde als wichtiges Untersuchungsobjekt, da dieser anhand eines Inkrementes nützliches Feedback liefert. Wie aus den vorherigen Studien bekannt und benannt, stellt das Inkrement die industrielle Praxis vor Herausforderungen. Als funktionsfähiges und verwendbar deklariertes Element scheint eine Anpassung im Kontext der Entwicklung physischer Produkte notwendig. Dies zeigen auch die Ergebnisse des ersten Kapitels. So zeigen die Ergebnisse nicht nur, dass Inkremente zunehmend einer Anpassung bedürfen und kontextspezifisch erörtert werden müssen, sondern auch, dass verschiedene Artefakte zur Validierung genutzt werden, die eine potenzielle Abweichung von der Definition des Scrum-Guides darstellen. Überraschenderweise zeigt sich, dass etwaige Verschiebungen hin zur Lösung bestehender Problematiken sich in einem Längsschnitt von über 5 Jahren nicht ergeben haben. Die Items Langläufer, Modularisierung und Interpretation sind eindeutig mit den Bedingungen der physischen Produktentwicklung verbunden und stellen Unternehmen auch heute noch vor Herausforderungen. Ferner stellen tangierende Aspekte, die insbesondere in der Softwareentwicklung untersucht werden, Unternehmen vor Probleme, wie exemplarisch das unterschiedliche Paradigma innerhalb der Entwicklung.



Anwendung

2 Anwendung

2.1 Auswirkungen der agilen Transformation auf die Organisation

Der Nutzen agiler Entwicklung stellt sich vor allem bei der verbesserten Zusammenarbeit innerhalb des Projekts ein, häufig bereits nach circa einem halben Jahr.

In den kommenden 3 Jahren fokussieren sich die Befragten auf die Skalierung agiler Methoden über die Projekt- und Managementebene.

Die Befragten sind der Meinung, dass sich Organisationsstrukturen ändern müssen, um agile Methoden zielgerichteter einführen zu können.

Zum Erfolg der Umsetzung agiler Methoden tragen vor allem Pilotprojekte sowie der Support des Top Managements bei.

In der diesjährigen Studie wurde die Organisation als Rahmen für die Einbettung agiler Methoden näher betrachtet. Agile Methoden werden seit einigen Jahren erfolgreich in der Entwicklung mechatronischer Produkte eingesetzt. Dass sich aus der Anwendung agiler Methoden ein Erfolg für das Unternehmen einstellt, ist aber kein zwangsläufiger Prozess. Vielmehr stehen die nutzenbringenden Aspekte des Ansatzes immer wieder zur Diskussion. Aus diesem Grund wird in der Studienreihe seit 2018 kontinuierlich die Fragestellung nach dem Nutzen agiler Arbeitsweisen adressiert. Die in **Kapitel 1.1** gezeigte **Abbildung 1** veranschaulicht, inwiefern sich der Nutzen wahrnehmbar in unterschiedlichen Bereichen der Unternehmen durch die agile Arbeitsweise eingestellt hat.

Wie in **Kapitel 1** bereits dargelegt ist, werden eine verbesserte Kommunikation im Team (85 %), erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit auf (unvorhersehbare und vorhersehbare) Veränderungen (66 %), verbesserte interne Lernprozesse (49 %) sowie eine gesteigerte Effektivität im Entwicklungsprojekt (47 %) werden als besonders nutzenstiftend erachtet. Über einen Nutzen durch ein verbessertes Kundenverständnis (40 %), eine verbesserte Termintreue (38 %), eine verbesserte Produktqualität (36 %) und ein verstärktes Ausnutzen von sich ergebenden Chancen (36 %)

herrscht ein eher differenziertes Bild. Fast die Hälfte der Teilnehmer (48 %) erkennen in der Reduzierung der Entwicklungskosten wenig oder gar keinen Nutzen, während 43 % in der Ausrichtung des Produktes auf die Unternehmensstrategie wenig bis keinen Nutzen sehen. In positiven Effekten in der Reduzierung der Time-to-Market (35 %) sowie in der verbesserten Termintreue (29 %) werden ebenfalls eher wenig bis kein Nutzen erkannt.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass sich ein Nutzen vor allem in den weichen Faktoren wie der Reaktionsfähigkeit und der damit verbundenen Kommunikation herausstellt. Vorteilhaftigkeiten im Hinblick auf die Produktqualität stellen sich durchaus ein, wobei positive Effekte auf die Reduktion der Entwicklungskosten sowie eine verkürzte Produktentwicklung eher ausbleiben.

Neben der absoluten Nutzenbetrachtung ist für Anwender zudem der zeitliche Aspekt des Eintritts der Nutzenperspektiven von Interesse. Erstmals wurden die Befragten über eine Einschätzung darüber gebeten, innerhalb welcher Zeiträume sich Nutzenperspektiven durch die Anwendung agiler Methoden eingestellt haben. Die wählbaren Zeiträume erstreckten sich hierbei zwischen 6 Monaten, 1 Jahr, 2-3 Jahre, 4-5 Jahre sowie mehr als 5 Jahre. Zudem konnte angegeben werden, dass sich kein Nutzen eingestellt hat. Bei dieser Betrachtung wurde auf die Items der absoluten Nutzenabfrage referenziert. Die Ergebnisse der zeitlichen Einschätzung sind in **Abbildung 10** aufgelistet.

Bereits innerhalb eines Zeitraums von 6 Monaten verbessert sich die teaminterne Kommunikation (62 %) und eine gesteigerte Transparenz im Unternehmen (33 %) ist wahrnehmbar. Zudem stellt sich eine höhere Flexibilität ein, um auf Änderungen zu reagieren (32 %). Mehr als ein Drittel der Befragten ist der Überzeugung, dass sich ein positiver Effekt auf die Produktivität des Teams (36 %) sowie auf ein verstärktes Ausnutzen von Chancen (35 %) nach ca. 1 Jahr einstellt. Nach 2-3 Jahren tritt eine frühere Produktreife (35 %) sowie die Verbesserung der Produktqualität (34 %) ein. Eine Effizienzsteigerung der Unternehmensperformance ist hingegen im Zeitraum zwischen 2 und 5 Jahren zu erwarten. 46 % der Befragten sehen keinen Nutzen in der Reduktion von Entwicklungskosten sowie in einer verkürzten Time-to-Market (30 %). Letztere Beobachtung bestätigt zudem die Low-Ends der absoluten Nutzenbewertung.

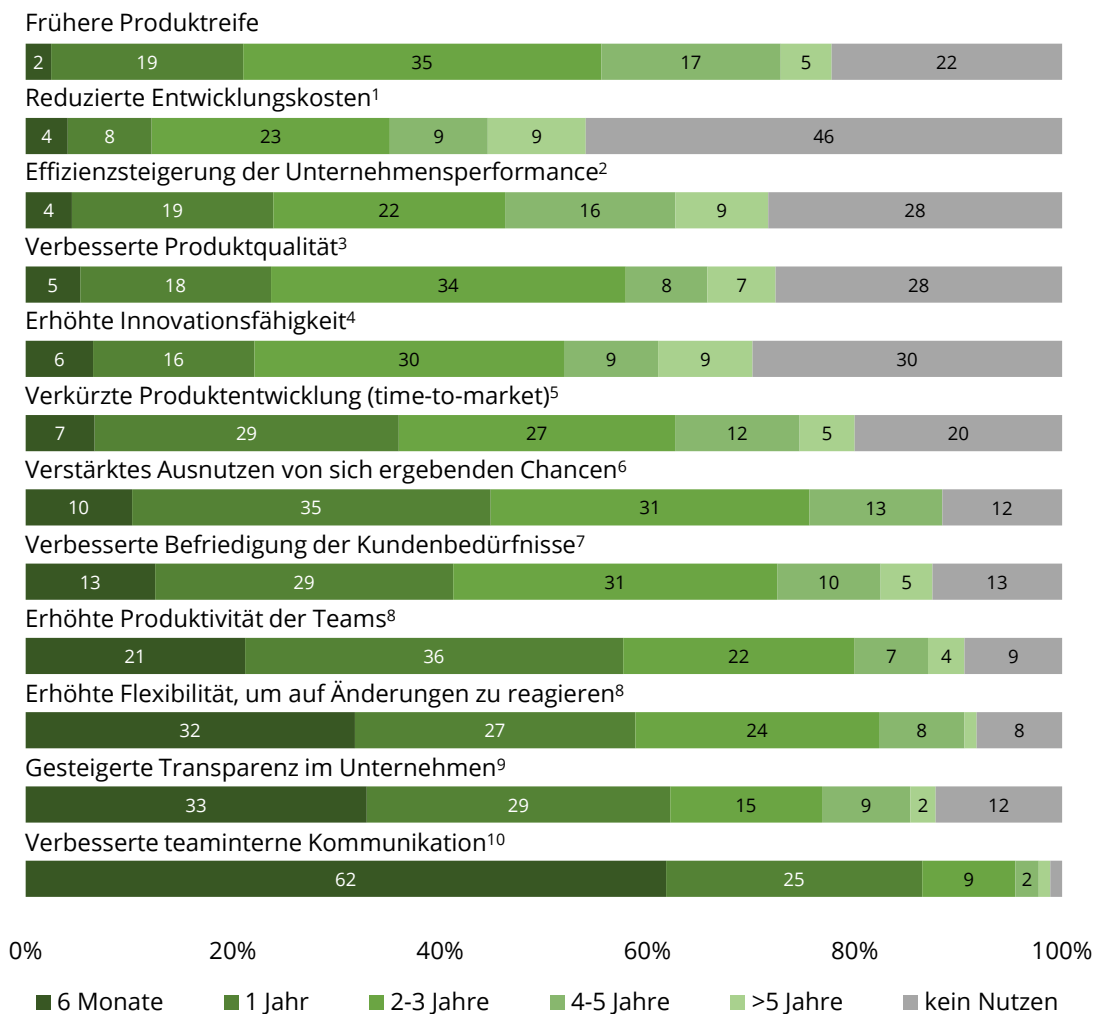


Abbildung 10: Zeitliche Einschätzung des Nutzens agiler physischer Produktentwicklung, n = 81, ¹(n = 74), ²(n = 67), ³(n = 76), ⁴(n = 75), ⁵(n = 77), ⁶(n = 78), ⁷(n = 80), ⁸(n = 85), ⁹(n = 82), ¹⁰(n = 89)

Kurzfristig stellen sich vor allem Nutzen in Punkto der Zusammenarbeit ein. Dies scheint die Grundlage für weitere positive Nutzenaspekte zu bergen. Bei einigen Nutzenperspektiven zeigt sich ein differenziertes Bild, wie bspw. bei der Innovationsfähigkeit. In diesem Aspekt sehen in etwa gleich viele Befragte einen positiven Effekt nach 1 bzw. 2-3 Jahren. Dies trifft jedoch für eine ähnliche Anzahl der Befragten zu, die keinen Nutzen in diesem Punkt sehen. Die Beobachtungen zeigen, dass sich nicht alle Nutzenperspektiven zur gleichen Zeit einstellen, vielmehr ergibt sich eine gestaffelte Abfolge wie bspw. eine verbesserte Teaminterne Kommunikation und erhöhte Produktivität des Teams. Trotz klarer Tendenzen zeigt sich dennoch kein einheitliches Bild. Bei den Nutzenperspektiven scheint es Mittel-Zweck-Beziehungen zu geben, die noch weiter ergründet werden müssen.

Wie bereits aufgezeigt, erfahren agile Methoden in der Entwicklung mechatronischer Produkte breite Anwendung. Neben dem entwicklungsbezogenen Anwendungsfall wurden die Befragten zudem gebeten, zukunftsgerichtet eine Abschätzung darüber zu geben, in welchen Bereichen die agile Arbeitsweise in den kommenden 3 Jahren ausgerollt wird. Die Fragestellung basiert auf der Hypothese, dass sich verändernde Prozesse in der Produktentwicklung und die damit verbundenen Vorteile des agilen Arbeitens durchaus auch in anderen Unternehmensbereichen wirken können. Dies deckt sich mit Erkenntnissen aus Literaturrecherchen, bei welchen die Agilität von Unternehmen Gegenstand der Forschung ist, wie z.B. in den Wirtschafts- oder den Organisationswissenschaften. Die zukunftsorientierte Einschätzung der Teilnehmenden ist in **Abbildung 11** dargestellt.

Anwendung

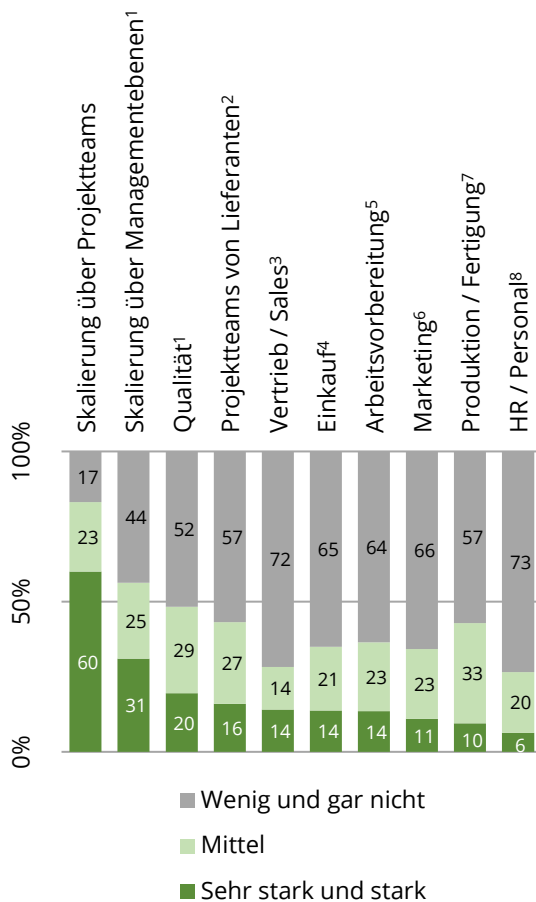


Abbildung 11: Art des Ausbaus agiler Arbeitsweisen in unterschiedlichen Bereichen in den kommenden 3 Jahren, n = 79, ¹(n = 84), ²(n = 73), ³(n = 74), ⁴(n = 80), ⁵(n = 78), ⁶(n = 81), ⁷(n = 87), ⁸(n = 95)

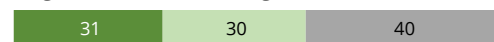
Die höchste Zustimmung in Bezug auf starken und sehr starken Ausbau der agilen Arbeitsweise erfahren die Bereiche Skalierung über Projektteams (60 %), Skalierung über Managementebenen (31 %) und Qualität (20 %). In den Bereichen HR/Personal (73 %), Vertrieb/Sales (72 %) und Marketing (66 %) sind wenig und gar kein Ausbau der agilen Arbeitsweisen am stärksten ausgeprägt und folglich dieser dort eher nicht vorgesehen. Die Einbindung der Projektteams von Lieferanten wird in den nächsten 3 Jahren höher priorisiert als der Ausbau agiler Methoden im direkten Bereich wie der Arbeitsvorbereitung und der Fertigung bzw. der Produktion.

Aus den Ergebnissen lässt sich schließen, dass Unternehmen noch stark mit der Implementierung sowie der Skalierung agiler Methoden im Bereich der Entwicklung beschäftigt zu sein scheinen. Die Skalierung in Bezug auf Projektteams und über Managementebenen hinweg wird stark priori-

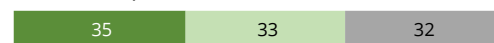
siert. Der Ausbau der agilen Arbeitsweisen in Bereichen, die nicht direkt im Produktentstehungsprozess involviert sind, wird mittelfristig innerhalb der befragten Unternehmen nicht forciert.

Darüber hinaus wurden die Befragten über ihre Einschätzung gebeten, inwiefern sich agile Methoden auf die Organisation bzw. auf die Organisationsstruktur auswirken. Veränderungen in Organisationsstrukturen erscheinen nicht nur erforderlich, weil sich Arbeitsabläufe verändern, die zu veränderten Kommunikationswegen führen. Vielmehr sind auch mit der Verankerung neuer Rollen (z.B. Product Owner oder Agile Master) Veränderungen im Verständnis von Verantwortung gegeben, die Entscheidungsstrukturen verändern, vom Command-and-Control Schema hin zu selbstorganisierten Teams. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 12** ersichtlich.

Die Einführung agiler Methoden hat zu Veränderungen in der bisherigen Organisationsstruktur geführt.



Durch die Etablierung agiler Methoden wurde die Organisation in Summe performanter.¹



Die Skalierung der agilen Teams führt zwangsläufig zur Änderung bestehender Organisationsstrukturen.²



In Ihrer Organisation gibt es bzw. gab es eine abteilungsübergreifende Initiative zur Einführung agiler Methoden.



Um agile Methoden zielgerichteter einsetzen zu können, müssten die Strukturen der Organisation geändert werden.³



0% 50% 100%

- Völlig und überwiegend
- Teilweise
- Wenig und gar nicht

Abbildung 12: Zustimmung zu Auswirkungen agiler Produktentwicklung auf die Organisationsstruktur, n = 88, ¹(n = 79), ²(n = 84), ³(n = 87)

59 % der Befragten stimmen mindestens überwiegend zu, dass die Strukturen ihrer Organisation geändert werden müssen, um agile Methoden

zielgerichteter einsetzen zu können. Knapp ein Drittel der Teilnehmer stimmt nur wenig oder gar nicht zu, dass abteilungsübergreifende Initiativen stattfanden, um agile Methoden einzuführen. Der Großteil der Befragten (43 %) stimmt in Summe überwiegend und völlig zu, dass die Skalierung der agilen Teams zwangsläufig zu einer Änderung bestehender Organisationsstrukturen führt. Darüber ob eine Organisation in Summe performanter wurde, ergibt sich eine klare Tendenz. Die Anwendung agiler Methoden ruft Anpassungen in der Organisationsstruktur hervor. In einer Vielzahl der Unternehmen ist die Skalierung noch nicht abgeschlossen, wie schon aus der Fragestellung zum weiteren Ausbau der agilen Entwicklung innerhalb der nächsten drei Jahre hervorging. Diese These wird insofern bestärkt, da 27 % der Befragten angeben, dass keine abteilungsübergreifenden Initiativen zu Einführung agiler Methoden stattfanden. Aus den Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass zwar die Notwendigkeit der Anpassung von Organisationsstrukturen durchaus erkannt ist, aber noch nicht konsequent umgesetzt wird. Dies kann auch darauf zurückzuführen sein, dass sich das entsprechende Mindset hin zur Veränderung und Transformation der Organisation noch herausbilden muss. Entsprechend bestätigt sich die These der Uneinigkeit über die Effizienzsteigerung

der Unternehmensperformance. Um die Einführung agiler Methoden zu unterstützen, werden unternehmensintern verschiedene Maßnahmen definiert. **Abbildung 13** zeigt, welche Maßnahmen sich für den Erfolg der Umsetzung agiler Methoden bewährt haben. Die höchste Zustimmung der vorgeschlagenen Maßnahmen erfahren Pilotprojekte in kleinem Rahmen (68 %), Top Management Support (55 %), Training der direkten Vorgesetzten (53 %) und der Führungskräfte (48 %). Bei der Unterstützung durch externe Coaches und Experten sowie Kompetenzzentren gibt es in etwa gleich viel Zustimmung wie keine Zustimmung. Benchmarking, Schulungsangebote der HR sowie E-Learning Angebote tragen laut der Einschätzung der Befragten eher nicht zum Erfolg bei.

Offensichtlich fehlt in vielen der befragten Unternehmen der Support des Managements bzw. der Führungskräfte bei der Einführung agiler Methoden. Zudem erscheint es hilfreich, Top-Down und Bottom-Up Ansätze gleichermaßen einzusetzen, damit die Einführung agiler Methoden gelingt.

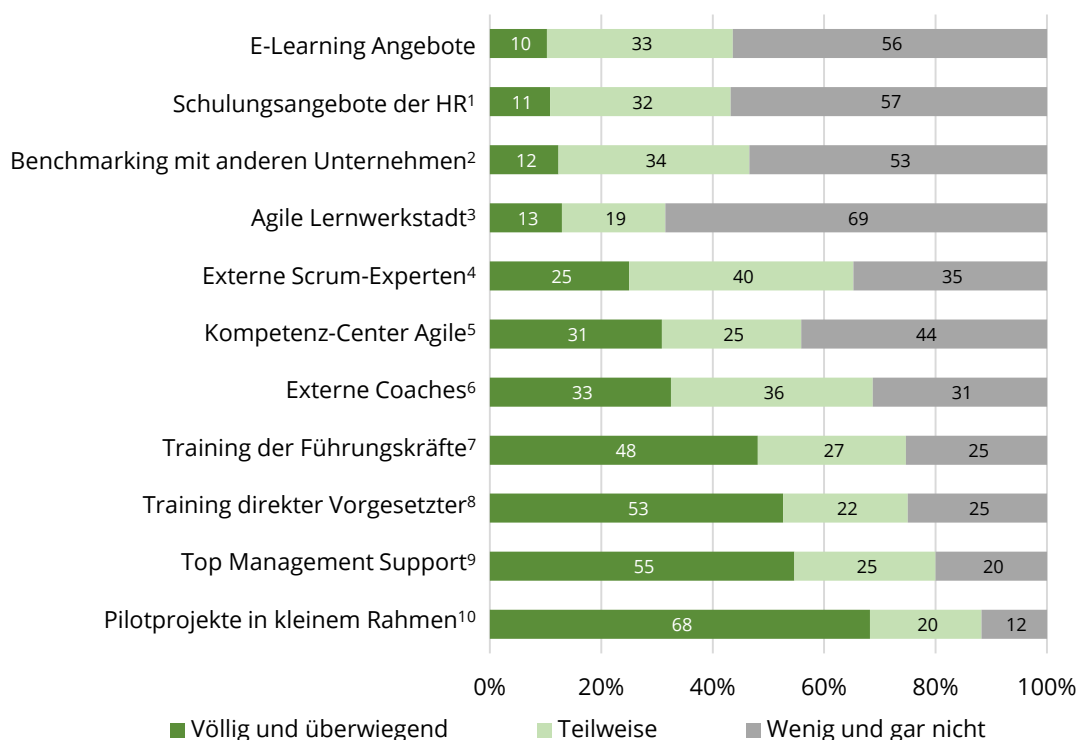


Abbildung 13: Zustimmungswerte hinsichtlich Maßnahmen für den Erfolg der Umsetzung agiler Entwicklung, n = 78, ¹(n = 74), ²(n = 73), ³(n = 54), ⁴(n = 72), ⁵(n = 68), ⁶(n = 80), ⁷(n = 79), ⁸(n = 76), ⁹(n = 75), ¹⁰(n = 85)

Anwendung

2.2 Messbarkeit des Erfolgs agiler Entwicklung mechatronischer Systeme

Erfolg agiler Arbeitsweise wird primär durch das Team und das Management beurteilt.

Team- und Managementebenen bewerten den Erfolg anhand verschiedener Indikatoren – die Teams orientieren sich an schwer messbaren Zielen wie Zufriedenheit, Selbstorganisation, Transparenz etc., das Management bewertet nach klassischen KPIs.

Teaminterner Erfolg und höhere Kundenzufriedenheit stellen sich bereits kurzfristig ein, klassisch messbarer Erfolg (Zeit, Qualität) erst nach 3 bis 5 Jahren ein.

Eine der wesentlichen Motivationen, die dieser Studienserie zugrunde liegt, ist es, Herausforderungen und Nutzen agilen Arbeitens aus Anwendersicht heraus zu bewerten. Die entsprechenden Fragestellungen wurden auch in dieser Studie ausgewertet (siehe **Abschnitt 1.1** – Erschließung des Nutzens). Essentielle Erkenntnis hierbei ist, dass der Nutzen vor allem in eher weichen Faktoren wie Transparenz, Selbstorganisation oder Lernfähigkeit im Team gesehen wird. Verbesserungen in Aspekten, wie reduzierte Entwicklungszeiten oder -kosten, also eher klassische KPIs, wurden dabei weniger als Nutzen wahrgenommen. Unabhängig davon, wird in den Unternehmen immer wieder die Forderung diskutiert, Auswirkungen agilen Arbeitens nachweisbar zu machen. Hieraus resultiert die Notwendigkeit, sich mit Konzepten zur Messbarkeit des Erfolges agilen Arbeitens zu beschäftigen. Im Fokus dieses Abschnittes steht daher die Erfassung und Analyse von Einflussfaktoren auf die erfolgreiche Anwendung agiler Methoden, um hieraus Konzepte zu deren Messbarkeit abzuleiten.

Es wurde gezielt nach den Einflussfaktoren auf den Erfolg sowohl im Hinblick auf Methoden als auch auf Projekte gefragt. Durch die Fokussierung auf agile Methoden sollen vor allem Auswirkungen auf die Arbeits- und Vorgehensweisen sowie daraufhin resultierende Veränderungen in den Entwicklungsabläufen bis hin zur Unternehmenskultur untersucht werden. Hinterfragt werden letztlich Einflussfaktoren auf die Performance der Entwicklungsorganisation. Damit einher gehen auch Überlegungen dazu, inwieweit gezeigt

werden kann, dass die agilen Vorgehensweisen mit ihren Elementen und Bestandteilen selbst Einfluss auf Entwicklungszeiten und -kosten haben. Das entspricht eher einer Außensicht auf agiles Entwickeln. Betrachtet wird das Projekt in seiner Gesamtheit. Gemessen wird am Ergebnis des Projekts.

Um ein besseres Verständnis dafür zu bekommen, wie bzw. wodurch der Erfolg agilen Entwickelns in der Mechatronikentwicklung wahrgenommen wird, wurden verschiedene Optionen zur Erfolgsmessung zur Entwicklung zusammengestellt. **Abbildung 14** zeigt diese Optionen zur Erfolgsmessung (Indikatoren) in der Anwendung auf die Beschreibung des Erfolgs von agilen Methoden. Die Befragten wurden gebeten zu beurteilen, anhand welcher dieser Indikatoren Erfolg agiler Me-

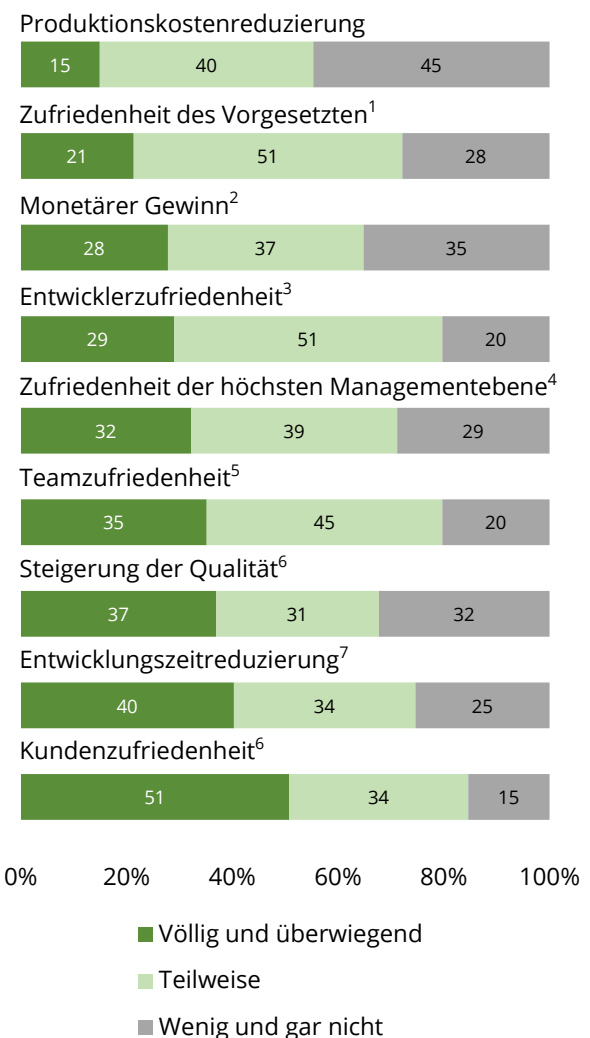


Abbildung 14: Zustimmungswerte hinsichtlich Kriterien für die Messung des Erfolgs agiler Methoden, n = 47, ¹(n = 61), ²(n = 54), ³(n = 69), ⁴(n = 59), ⁵(n = 74), ⁶(n = 65), ⁷(n = 67)

thoden in deren Unternehmen gemessen wird. Mittels einer mehrstufigen Bewertungsskala nach Typ Likert haben die Teilnehmer ihre Zustimmung angegeben, ob sie entsprechende Elemente nutzen.

Knapp mehr als die Hälfte stimmte mindestens überwiegend zu, dass Erfolg agiler Methoden anhand der Kundenzufriedenheit gemessen wird. Ein Drittel stimmte dem immer noch teilweise zu. Die Reduzierung der Entwicklungszeit nutzen 40 % der Befragten als Indikator für Erfolg. Mehr als ein Drittel der Teilnehmer stimmte ebenfalls mindestens überwiegend zu, dass sich die Erfolgsmessung agiler Methoden an der Teamzufriedenheit orientiert. Generell stimmt in Summe nur jeweils ein Fünftel der Befragten wenig und gar nicht zu, dass Team- und Entwicklerzufriedenheit zur Erfolgsmessung für agile Methoden herangezogen werden. Alle anderen Indikatoren zeigen keine auffällige Tendenz und werden zur Erfolgsmessung von ebenso vielen Befragten genutzt wie nicht genutzt. Lediglich die Reduzierung der Produktionskosten zeigt mit nur 15 % mindestens überwiegender Zustimmung eine deutliche Verschiebung und wird daher weniger zur Erfolgsmessung verwendet.

Der Erfolg agilen Entwickelns manifestiert sich vorrangig in schwer messbaren und eher subjektiv wahrnehmbaren, sogenannten "weichen" Zielen. Im Mittelpunkt steht die Zufriedenheit des Kunden und der aktiv an der Produktentwicklung beteiligten Stakeholder. Dies deckt sich mit Erkenntnissen aus unseren früheren Studien, die zeigten, dass das Nutzenpotential eher in der Verbesserung weicher Faktoren, wie Transparenz oder Selbstorganisation liegt. Die Ergebnisse speziell bezüglich der Kunden- und Teamzufriedenheit verdeutlichen, dass diese Effekte auch von Unternehmen als wertvoll eingeschätzt werden. Die primäre Erfolgsmessung anhand weicher Ziele, deckt sich mit dem Kernziel agiler Entwicklung – einen möglichst hohen Kundennutzen zu erzeugen. Der Fokus auf verbesserte Arbeitsabläufe, Organisationsstruktur und ein hohes Maß an Kommunikation (bspw. Dailys, Retros, Transparenz generell) kann ein Faktor für wahrgenommene und geäußerte Zufriedenheit sein, was u.a. auf das Gefühl der Einbindung und die hohe Bedeutung der indi-

viduellen Meinung schließen lässt.

Die Zufriedenheit von Management und Vorgesetzten ist für den Erfolg agiler Methoden von untergeordneter Bedeutung. Dies ist nicht zuletzt dadurch begründbar, dass agile Entwicklungsansätze statt auf hierarchischen Kontrollstrukturen auf einer kollaborativen Zusammenarbeit aufbauen. Was auch die geringe Relevanz der Meinung von Vorgesetzten oder dem Management erklären kann. Deren Fokus liegt auf dem Projekterfolg, also der Frage „WAS haben wir erreicht“ und weniger darauf, WIE sich dieser Erfolg eingestellt hat. Der monetäre Gewinn spielt bei der Bewertung der Methoden und Prozesse nur eine untergeordnete Rolle. Dies geht Hand in Hand mit der Tatsache, dass die Erfolgsmessung mittels weicher Ziele durch die aktiv beteiligten Stakeholdergruppen erfolgt (siehe **Abbildung 15**). Die Zufriedenheit der Entwicklungsteams hängt nicht von Kosten oder Gewinn ab, wogegen sich die des Managements durchaus an monetären Zielen orientiert, da diese offensichtlich nach wie vor daran bewertet werden. Dies lässt den Schluss zu, dass Agilität noch nicht umfassend in den Unternehmenskulturen verankert ist. Der Reife- oder Durchdringungsgrad erscheint nicht sehr ausgeprägt.

Die Plausibilität dieser Ergebnisse kann anhand der Korrelation zu weiteren Fragen hinsichtlich der sich durch agile Arbeitsweise wahrnehmbar eingestellten Nutzen bestätigt werden. So weisen beispielweise verbesserte Kommunikation, verbesserte Termintreue und gesteigerte Effektivität einen Korrelationskoeffizienten mit der Teamzufriedenheit von über 0,5 (-1: maximal gegenläufige Korrelation, 0: keine Korrelation, 1: maximale Korrelation) auf.¹ Gleiches gilt für verbessertes Kundenverständnis, verbesserte Kommunikation, Termintreue und Produktqualität in Beziehung zur Kundenzufriedenheit.

¹Nach Cohen [3] bedeutet ein Korrelationskoeffizient von 0,5 und höher eine hohe Korrelation bzw. Effektstärke und damit eine direkte wechselseitige Beziehung zweier Größen im sozialwissenschaftlichen Kontext.



Anwendung

Abbildung 15 zeigt analog zur vorherigen Frage verschiedene Optionen zur Erfolgsmessung (Indikatoren) für agile Projekte. Die Befragten wurden gebeten mittels einer mehrstufigen Bewertungsskala nach Typ Likert ihre Zustimmung zu den Faktoren hinsichtlich deren Verwendung zur Erfolgsmessung zu geben.

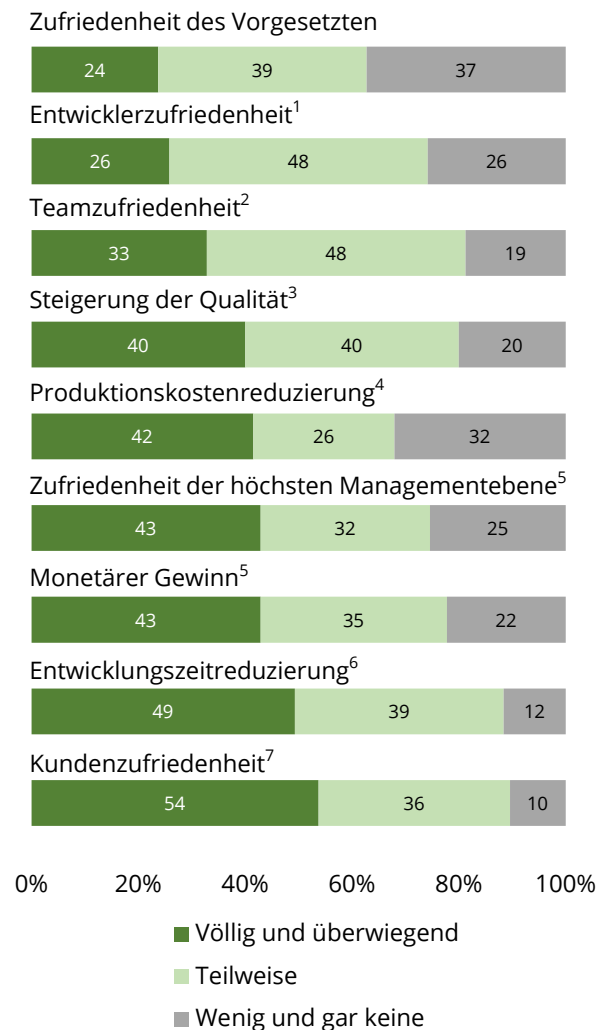


Abbildung 15: Zustimmungswerte hinsichtlich Kriterien für die Messung des Erfolgs agiler Projekte, n = 59, ¹(n = 62), ²(n = 64), ³(n = 65), ⁴(n = 53), ⁵(n = 63), ⁶(n = 69), ⁷(n = 67)

Es gaben ca. 50 % der Befragten an, dass Erfolg agiler Projekte ebenfalls anhand der Kundenzufriedenheit, aber auch an der Reduzierung der Entwicklungszeit gemessen wird. Lediglich ca. 10 % stimmten bei beiden nur wenig oder gar nicht zu. Ungefähr zwei Fünftel nutzen Zufriedenheit der Managementebene, monetären Gewinn, Steigerung der Qualität und die Reduzierung der Produktionskosten zur Erfolgsmessung. Weniger

als ein Viertel der Befragten stimmte überwiegend oder völlig zu, dass die Zufriedenheit des Vorgesetzten ein Indikator für den Erfolg agiler Projekte ist.

In der Erfolgsmessung agiler Projekte dominieren die harten Faktoren (Reduzierung der Entwicklungszeiten, monetärer Gewinn etc.). Adressiert werden primär Qualität, Kosten und Zeit. Interessant erscheint aber, dass die Kundenzufriedenheit sowohl bei der Erfolgsmessung von Methoden als auch von Projekten den höchsten Stellenwert hat. Hieraus lässt sich die Hypothese ableiten, dass eine gewisse Nachhaltigkeit von Entwicklungsprozessen (hier die Möglichkeit zur Kundenbindung) ein zentraler Aspekt der Erfolgsmessung wird. Deutlich wird zudem, dass der Zufriedenheit des Managements in der Projektbewertung eine höhere Bedeutung zukommt, als bei der Methodenbewertung. Ein erhöhter Fokus auf Kosten- und Zeitfaktoren untermauert dies, da das Faktoren sind, die vorrangig vom Management bewertet werden. Dies kann dadurch erklärt werden, dass mit erfolgreichen Projekten eine Außenwirkung in der Branche, am Markt oder auch bei Geldgebern verbunden ist. Die Ergebnisorientierung dominiert, klassische Bewertungsschemen gewinnen an Bedeutung.

Neben den Einflussfaktoren auf den Erfolg von agilem Entwickeln spielt nicht zuletzt auch eine Rolle, von wem der Erfolg agilen Arbeitens bewertet wird. Diese Frage liegt der **Abbildung 16** zugrunde, bei der die Befragten gebeten wurden, den Einfluss verschiedener Stakeholder auf die Erfolgsmessung zu nennen. Auch hier fand eine mehrstufige Likertskala zur Bewertung Verwendung.

Vier Fünftel der Befragten stimmten mindestens teilweise und knapp mehr als zwei Fünftel sogar überwiegend oder völlig zu, dass die Erfolgsmessung durch das Team sowie das mittlere Management bzw. die Abteilungsleitung erfolgt. Im Gegenzug gab deutlich mehr als die Hälfte an, dass Erfolg agiler Methoden weder von Kunden (fast 60 %) noch von Externen (ca. 79 %) beurteilt wird. Die Erfolgsmessung durch Coaches, einzelne Teammitglieder und Top Management wurde eher neutral bewertet. Hier stimmten jeweils ähnlich viele Befragten signifikant zu wie nicht zu.

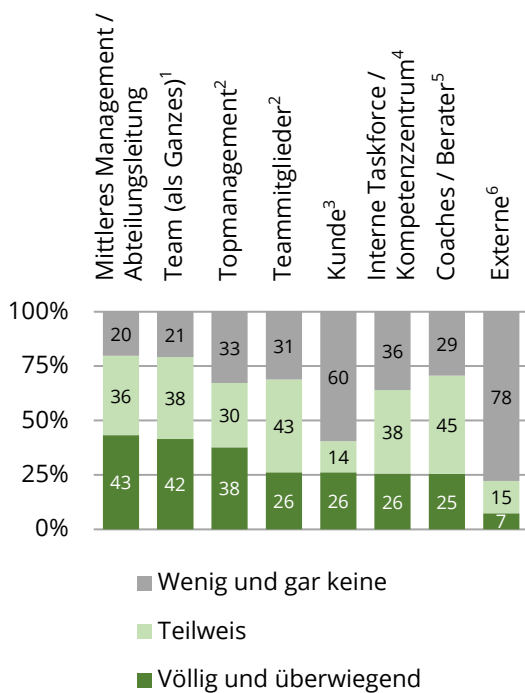


Abbildung 16: Zustimmungswerte hinsichtlich der Stakeholder, die den Erfolg agiler Methoden messen, n = 74, ¹(n = 77), ²(n = 61), ³(n = 42), ⁴(n = 39), ⁵(n = 51), ⁶(n = 27)

Interessant hierbei erscheint, dass interne Taskforces oder Kompetenzzentren für die Erfolgsmessung als weniger relevant eingeschätzt werden als das Team oder das mittlere Management. Dass diese nicht als Bewerter herangezogen werden, liegt nahe, da sie zwar die Methoden kennen, oft aber den Kontext der Methodenanwendung nicht einschätzen können. Dies würde eine Verzerrung der Erfolgsmessung bedeuten.

Die Bewertung des Erfolgs agiler Methoden erfolgt in den Unternehmen primär von innen, nicht von außen. Dabei wird die Bewertung einerseits von den Personen (als Gruppe) vorgenommen, welche die Methoden anwenden – dem Team. Andererseits wird Erfolg bzw. Misserfolg ebenso von der mittleren Managementebenen bewertet. Dies deutet daraufhin, dass sowohl das „WIE (erreichen wir das Ziel)“ als auch das „WAS (haben wir erreicht)“ zentrale Aspekte bei der Erfolgsmessung sind und somit bei der Bewertung nicht mehr ausschließlich auf klassische Indikatoren gesetzt wird. Aus der Bewertung eher von innen heraus folgt, dass eine Metrik aufgebaut werden kann, welche auf dem Vergleich mit anderen Projekten beruht. Offen und interessant hierbei ist, wie dies gemessen wird. Dazu sollen zukünftig neben den Entwick-

lungsteams auch das mittlere Management und die Abteilungsleitung gefragt werden, woran sie den Erfolg agiler Methoden festmachen. Die Aussagen dazu, wer bewertet, sind ein weiteres Indiz dafür, dass hier klar zwischen Innen- und Außenwahrnehmung der Entwicklung unterschieden werden muss, was sich letztlich mit den Aussagen zur Erfolgsmessung deckt.

In **Abschnitt 2.1** wurde herausgearbeitet, dass durch agiles Arbeiten die Performanz steigt. Daneben scheint aber auch die Zeitdauer, innerhalb der sich bestimmte Effekte einstellen, einen interessanten Indikator für die Erfolgsmessung darzustellen. Die **Abbildung 17** zeigt die Aufschlüsselung verschiedener Nutzenperspektiven und über welchen Zeitraum sich diese bei den Befragten eingestellt haben. In dieser Auswertung wurde lediglich die Personengruppe (27 Personen) berücksichtigt, die zugestimmt hat, dass deren Organisation durch die Etablierung agiler Methoden performanter wurde.

Obwohl sich bei dieser Auswertung lediglich auf Befragte konzentriert wurde, die angegeben haben, dass ihre Organisation durch die Anwendung agiler Methoden performanter wurde, sind die Ergebnisse recht ähnlich zur globalen Auswertung hinsichtlich der sich einstellenden Nutzenperspektiven (siehe Abbildung 11) ausgefallen. Die Verbesserung der teaminternen Kommunikation stellt sich bei 85 % der Befragten innerhalb eines halben Jahres und bei den übrigen 15 % innerhalb eines Jahres ein. Knapp die Hälfte verzeichnet eine gesteigerte Transparenz sowie eine erhöhte Flexibilität in den ersten und ca. weitere 30 % in den zweiten 6 Monaten. Kommunikation verbessert sich rapide und ist der Schlüssel zu erfolgreichem, zielorientiertem Arbeiten (agil und generell).

Agiles Entwickeln fördert erheblich die Kommunikation. Verbesserte Kommunikation ist die Basis für Transparenz und diese wiederum in Teilen für Flexibilität. Gleichzeitig ermöglicht eine erhöhte Flexibilität besser und schneller auf Kundenwünsche einzugehen, wodurch die Kundenbedürfnisse besser befriedigt werden. Bei etwas mehr als zwei Drittel der Befragten konnten erhöhte Innovationsfähigkeit, verstärktes Ausnutzen von sich ergebenden Chancen sowie verbesserte Kundenbedürfnisse innerhalb von einem bis drei Jahren identifiziert werden. Ähnliches gilt zwar ebenfalls für die Effizienzsteigerung der Unternehmensper-



Anwendung

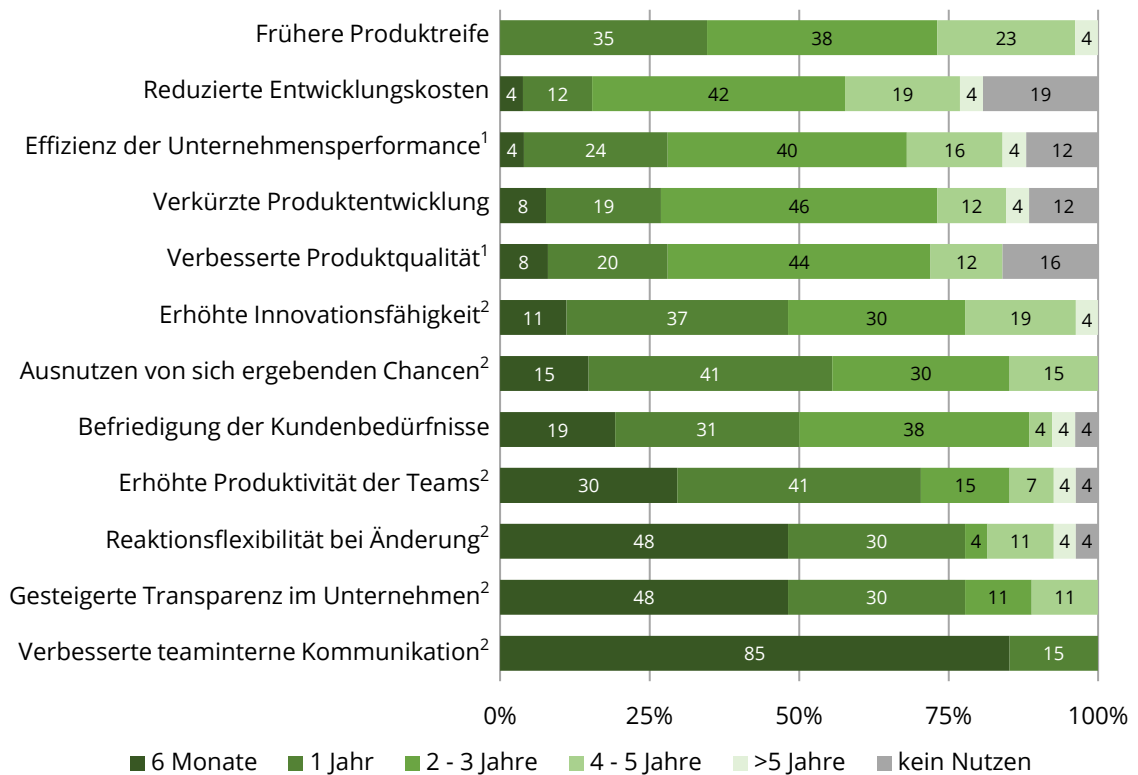


Abbildung 17: Aufschlüsselung, wie sich Nutzenfaktoren über die Zeit eingestellt haben, n = 26, ¹(n = 25), ²(n = 27)

formance, die verbesserte Produktqualität und die verkürzte Produktentwicklungszeit, allerdings gaben ebenso über 15 % an, dass sich diese Nutzenperspektiven erst nach über 5 Jahren oder gar nicht eingestellt haben. Mehr als zwei Fünftel konnten eine Reduzierung der Entwicklungskosten erst innerhalb von vier bis fünf Jahren (20 %), nach mehr als fünf Jahren (4 %) oder gar nicht (20 %) ausmachen. Die zeitliche Abfolge der sich einstellenden Nutzen lässt vermuten, dass hier Mittel-Zweck-Beziehungen zwischen einzelnen Nutzenperspektiven existieren. Daraus folgt, dass sich in bestimmten Bereichen erst später Erfolg wahrnehmbar einstellen kann – nämlich dann, wenn die dafür notwendigen Voraussetzungen in anderen Bereichen geschaffen, Mindset entwickelt und Strukturen etabliert wurden.

Auffallend ist die Tatsache, dass die Befragten den Mehrwert einer Nutzenperspektive innerhalb von fünf Jahren oder keinen Mehrwert darin identifizieren. Kaum ein Nutzen stellt sich nach mehr als fünf Jahren ein. Dies lässt einerseits den Schluss zu, dass die entsprechenden Test- und Analysephasen fünf Jahre nicht überschreiten und bei einem sich nicht einstellenden Nutzen die Anwendung ggfs. als gescheitert bewertet wird. Die

Folge wäre der Wechsel zurück zu klassischen Methoden. Ebenso besteht die Möglichkeit, dass die fünfjährige Erfahrung und Analyse eine Verschiebung der Messindikatoren verursacht. Hierbei wird registriert, dass agiles Entwickeln bspw. nicht bedeuten muss kostengünstiger zu entwickeln, aber kundenorientierter, innovativer und langfristig mit früherer Produktreife.

2.3 Anwendung von Scrum – In der Praxis finden sich unverändert stärkere Anpassungen wieder

In der Anwendung von Scrum werden Rollen, Artefakte und Events nicht nach Lehrbuch eingesetzt. Anpassungen sind mehrheitlich die Regel.

Neue Aufstiegschancen in der industriellen Praxis werden perspektivisch nicht geschaffen.

Im Rahmen einer Umfeldbetrachtung finden höhere Managementebenen sowie Organisationseinheiten weniger Berücksichtigung.

Neben den Herausforderungen der Einschränkungen durch die Körperlichkeit sind auch andere Aspekte zur Implementierung agiler Entwicklung physischer Produkte relevant. Dies kann am Beispiel von Scrum gezeigt werden, welches nach wie

vor das dominante Framework in der agilen Produktentwicklung ist. Dabei stellten wir bereits in zuvor durchgeführten Studien fest, dass die Anpassungsschwierigkeiten eher höher als niedriger sind und entsprechende agile Vorgehensmodelle selten nach Lehrbuch zur Anwendung gebracht werden. In dieser Studie war es besonders interessant zu untersuchen, welche Elemente (Events, Rollen, Artefakte) in Bezug auf die wohl bekannteste agile "Methode", Scrum, spezifische Schwierigkeiten bereiten.

Dafür haben wir zusätzlich zu den zuvor erläuterten Fragen spezifische Frage-Items erstellt, die diesem Aspekt der Anpassung gerecht werden sollten. In diesem Sinne wollten wir von dem Teilnehmenden wissen, welche Elemente Sie regelmäßig zur Anwendung bringen und welche Elemente sie konkret anpassen. **Abbildung 18** zeigt Antworten auf die Frage, inwiefern die aufgelisteten Artefakte, Events und Rollen gemäß Scrum zur Anwendung gebracht werden. Hierzu sind verschiedene Elemente genannt, die sich als eine

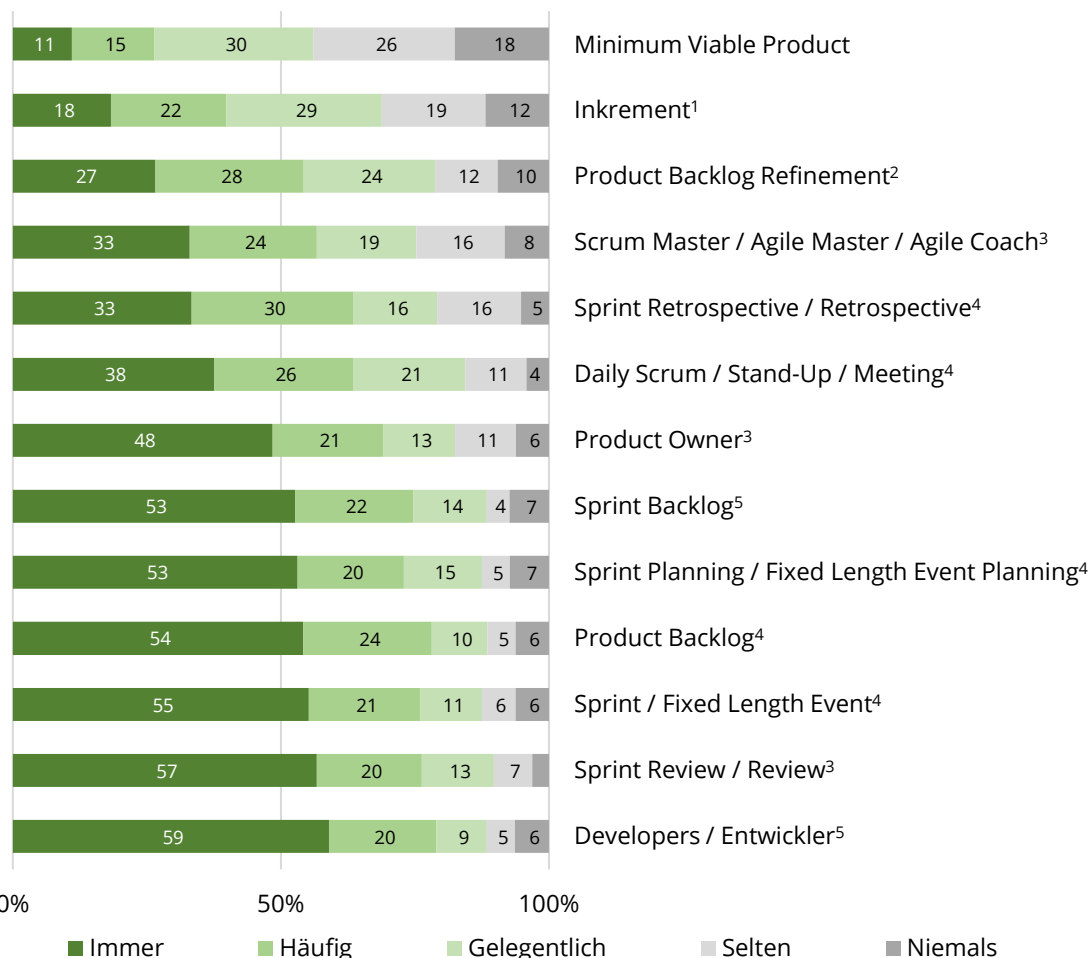


Abbildung 18: Nutzungshäufigkeit der gezeigten Scrum-Elemente, n = 91, ¹(n = 93), ²(n = 94), ³(n = 97), ⁴(n = 96), ⁵(n = 95)

Anwendung

Methodik bzw. ein Framework konstituieren lassen. Mit Hilfe einer mehrstufigen Bewertungsskala nach Typ Likert sollten die Teilnehmer angeben, ob sie entsprechende Elemente nutzen.

Knapp vier Fünftel gaben an, dass *Developers / Entwickler* immer beziehungsweise häufig zum Einsatz kommen. Ähnliche Bewertungen erfuhren die nachgeordneten Elemente des *Sprint Reviews / Reviews*, *Sprint / Fixed Length Event*, *Product Backlog*, *Sprint Backlog*, *Sprint Planning / Fixed Length Event Planning*, *Product Owner*. Eine leicht abfallende Tendenz ist ab dem Element des *Daily Scrum / Daily Stand-Up / Daily Meeting* zu verzeichnen. Nichtsdestotrotz sind bei der Mehrheit der Teilnehmer nahezu alle Elemente grundsätzlich im Einsatz.

Ersichtlich wird, dass eine durchschnittliche ablehnende Nutzung gegenüber einem Element nicht existiert. Die meisten der Elemente werden regelmäßig genutzt, obgleich verschiedene Ausprägungen dieser Anwendung existieren. Lediglich das *Minimum Viable Produkt* sowie das *Inkrement* werden von mehr als einem Zehntel nie genutzt. Weniger als 50 % der Befragten gaben an, dass das *Product Backlog Refinement* durchgeführt wird, was Fragen nach der Ursächlichkeit aufwirft. Entweder ist der *Product Backlog* als solches derartig nützlich ausgestaltet, dass Refinement-Aktivitäten nicht notwendig sind oder aber Änderungen werden im *Product Backlog* nicht weiter betrachtet oder fixiert. Eine andere Erklärung könnte sein, dass entsprechende Befragte grundsätzlich die Summe dieser Elemente nicht nutzen und in einer anderen Funktion tätig sind und sich somit die Elemente ausschließlich auf die tatsächliche Entwicklung beziehen. Ferner wirft es Fragen auf, dass das *Inkrement* von knapp 30 % nur selten oder niemals genutzt wird. Diese Indikation deutet darauf hin, dass der Zweck als auch die Umsetzung des Zwecks nicht richtig verstanden ist. Dort könnte ein falsches Verständnis der Begrifflichkeit des *Inkrement*s Ursache sein oder eine differenzierte Umsetzung auf verschiedenen Managementebenen. Die agile Entwicklung erfordert in jeder Iteration potenziell auslieferbare *Inkmente*. Möglicherweise ist dies ein Indizes zur Untermauerung der Implementierungsschwierigkeit in klassische Entwicklungsorganisationen.

Darüber hinaus schien es interessant zu untersuchen, inwieweit Anpassungsbedarfe von den Teilnehmern der Studie identifiziert und umge-

setzt wurden. In **Abbildung 19** sind gruppierte Balkendiagramme aufgetragen die ergänzend zur vorherigen **Abbildung 18** die Anpassung näher betrachten soll. Die Gruppierungen ergeben sich hier aus einer 3-stufigen Skala des Typs Likert. Der situationsabhängige Anpassungsbedarf inkludiert sowohl eine Anpassung also auch keine Anpassung. In folgender Betrachtung soll insbesondere untersucht werden, ob eine Anpassung oder eine Verwendung „nach Lehrbuch“ erfolgte. Darüber hinaus gibt das Diagramm keine Aussage über die Art der Anpassung wieder. Ungeachtet dessen, welche Elemente situationsabhängig angepasst werden, werden insbesondere das *Inkrement*, das *Daily*, der *Product Backlog*, das *Minimum Viable Product* regelmäßig angepasst. Andererseits werden die anderen Elemente in ihrer Tendenz weniger angepasst, obgleich etwa ein Drittel Anpassungen vornimmt.

Anpassungsbedarfe in den einzelnen Elementen (*Events*, *Artefakte*, *Rollen*) werden erkannt und durchgeführt. Der situationsabhängige Anpassungsbedarf ist für alle Elemente erkennbar. Ob alle dargestellten Elemente grundsätzlich einer Prüfung unterliegen, kann nur vermutet werden. Allerdings scheint es ratsam, entsprechende Elemente kritisch zu hinterfragen und den Fokus auf den Zweck des jeweiligen Elements zu legen. Auffällig ist, dass das *Inkrement* und das *Minimum Viable Product* bei einer Nutzung in der Regel zu höheren Anpassungsbedarfen führt. Dies hängt vermutlich stark mit den Schwierigkeiten der Körperlichkeit zusammen, die das signifikante Unterscheidungsmerkmal zur Softwareentwicklung darstellen. Andere Elemente wie das *Daily* oder der *Sprint* hingegen implementieren zusätzliche organisationale Aspekte und könnten Hinweise dafür sein, dass das agile Mindset oder aber der Zweck nicht in Gänze verstanden sind. Es ist zu hinterfragen, ob das *Daily* - wie der Name suggeriert - tatsächlich täglich umgesetzt wird und wenn ja, in welcher Art und Weise. Auch hier sollte der Fokus auf den gesamtheitlichen Nutzen bestimmendes Merkmal sein. Die *Refinement-Aktivitäten* des *Product Backlog* unterliegen ebenfalls eines stärkeren Anpassungsbedarf, wohinter neben der reinen Entwicklungsaspekten auch anderen Aspekte für verantwortlich sein können.

Da *Scrum* als Framework auf Entwicklerebene eingeführt wurde und mittlerweile darauf aufbauend zahlreiche Frameworks zur Skalierung existie-

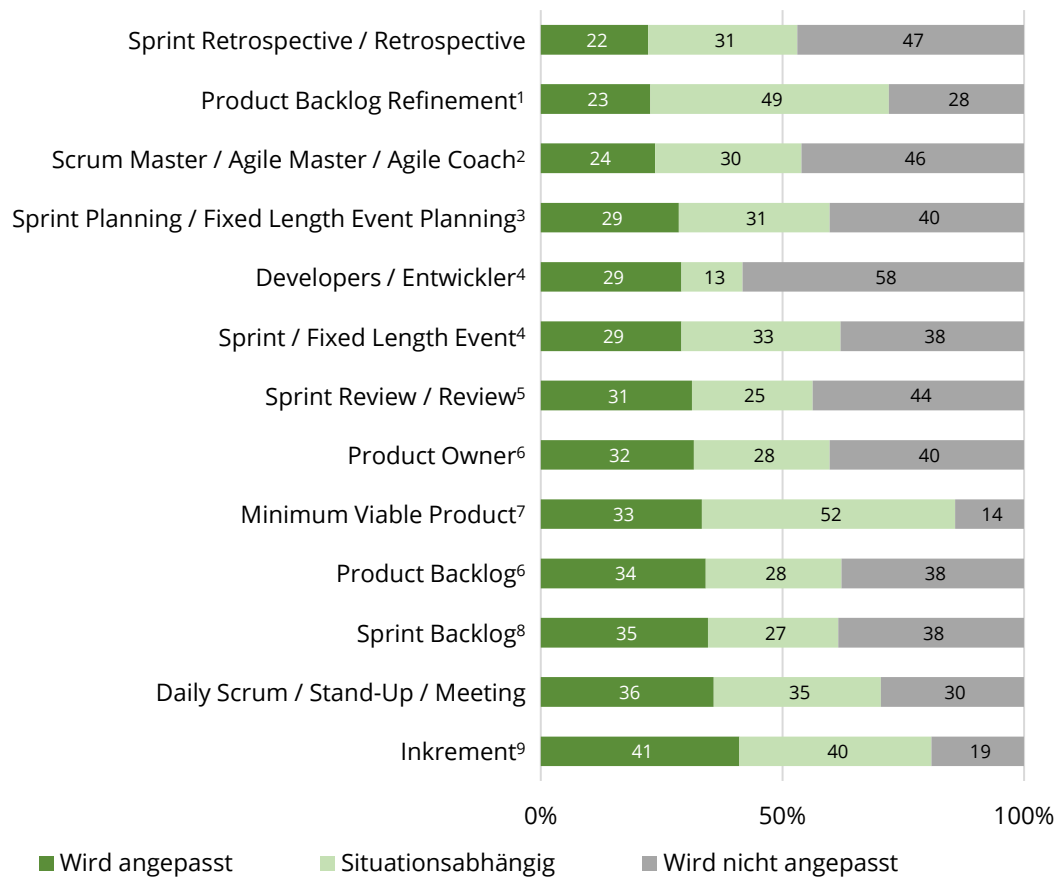


Abbildung 19: Anpassungsbedarf der gezeigten Scrum-Elemente, n = 81, ¹(n = 75), ²(n = 76), ³(n = 77), ⁴(n = 79), ⁵(n = 80), ⁶(n = 82), ⁷(n = 63), ⁸(n = 78), ⁹(n = 73)

ren, schien es interessant zu erfassen, inwiefern und welche Schnittstellen bei der Anwendung von Scrum berücksichtigt werden. Die adressiert perspektivisch unter anderem auch Bereich der Skalierung agiler Produktentwicklung, welches insbesondere für größere Unternehmen eine Herausforderung darstellt. In der **Abbildung 20** ist der Zustimmungsgrad bezogen auf die Schnittstellen visualisiert.

Die Säulendiagramme der **Abbildung 20** visualisieren die Ergebnisse der Frage, welche Schnittstellen aus Perspektive der Befragten bei der Anwendung von Scrum betrachtet werden. Aus systemtheoretischer Perspektive sind die Antwortmöglichkeiten aus einer strukturorientierten Betrachtung abgeleitet. Auffällig ist, dass über die Systemgrenze Scrum hinaus ausschließlich 16 % der Befragten immer eine Verbindung zum Entwicklungsumfeld haben. 36 % der Teilnehmer gaben an, dies häufig zu berücksichtigen. 46 % betrachten diese Schnittstelle gelegentlich bis selten, wohingegen gar keine Betrachtung im Gros abgelehnt wird.

Auf einer konkreten Abstraktionsebene zeigen die Ergebnisse, dass die Betrachtung der eigenen Organisationseinheit häufiger vorgenommen wird, als die der nächsthöheren oder anderen Organisationseinheit. Stakeholder mit 76 % und Kunden mit 60 % werden ferner ebenfalls immer oder häufig von den Teilnehmern betrachtet. Am wenigsten Beachtung in dieser Stichprobe finden die nächste Managementebene sowie die nächsthöhere Organisationseinheit. Das generelle Umfeld wird von der Hälfte der Teilnehmer betrachtet, obgleich der Fokus auf die eigene Organisationseinheit gerichtet wird und zunehmend über anderen Organisationseinheiten abnimmt. Auffällig ist, dass die hierarchische vertikale Linie erwartungsgemäß stark betont wird. Andererseits wird entsprechend des agilen Mindsets der Einbindung von Kunden- und Stakeholdern Rechnung getragen. Unbeantwortet bleibt hier die Frage, was die Befragten unter einer Organisationseinheit verstehen. In Abhängigkeit des Kontextes können hiermit Teams, Abteilungen aber auch andere Unternehmensbereiche gemeint sein. Dennoch wirft dieser Sachverhalt Fragen auf, wenn nächsthöhere Organisationseinheiten oder Managementebenen merklich weni-

Anwendung

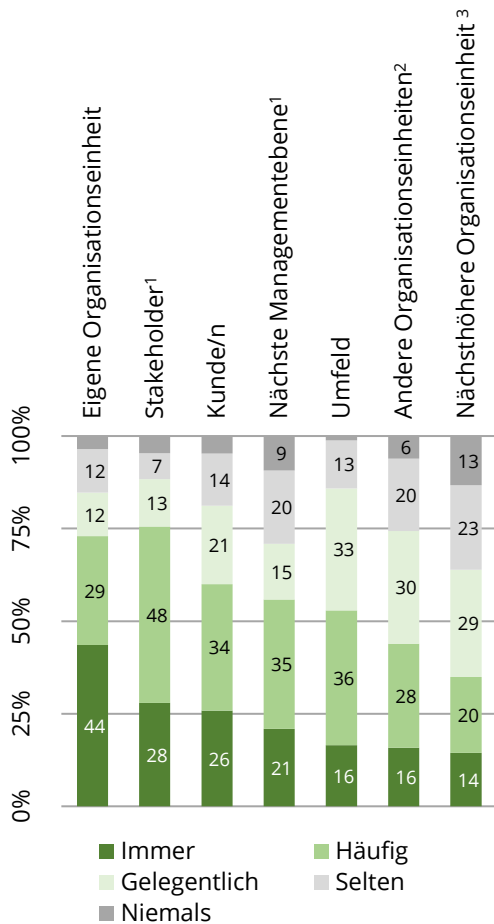


Abbildung 20: Einschätzung zur Berücksichtigung von Schnittstellen in der Scrum-Anwendung, $n = 85$, ¹($n = 86$), ²($n = 82$), ³($n = 86$)

ger beachtet werden. Im Kontext der Entwicklung komplexer Systeme und Produkte werden über die Managementebenen Interdependenzen gesteuert und geregelt. Eine Betonung der vertikalen Hierarchieebenen bleibt dennoch erkennbar.

Basierend auf diesen Erkenntnissen war ein weiterer Untersuchungspunkt, wie sich grundlegende Veränderungen bei der Einführung und Anwendung agiler Entwicklung auf die Organisation ausgewirkt haben. Ferner untersuchen wir konstant etwaige Auswirkungen auf Grund der Körperlichkeit als wesentlich Unterscheidungsmerkmal zur Softwareentwicklung. Die Teilnehmer wurden konkret gebeten, eine Einschätzung darüber abzugeben, inwiefern gewisse Veränderungen festgestellt werden konnten.

In der **Abbildung 21** sind die Zustimmungswerte der Befragten hinsichtlich der Veränderungen der gezeigten Bereiche bei der Einführung beziehungsweise Anwendung der agilen Entwicklung

dargestellt. Die Kategorien völlig als auch überwiegend werden mit einer Zustimmung ausgewertet wohingegen wenig bis gar nicht einer Ablehnung entsprechen. Von einem Gros der Teilnehmer wird die Möglichkeit neu geschaffener Aufstiegschancen abgelehnt. Gleiches gilt für die Veränderungen bezogen auf die technischen IT-Systeme. Noch die Hälfte der Teilnehmer dementieren eine Veränderung bezogen auf die Kooperation mit Lieferanten, Multitasking wird geringer, als auch das technische Werkzeuge und Tools für die Produktentwicklung verändert werden müssen. Die allgemeine Zufriedenheit sowie die Arbeitsumgebung der Mitarbeiter hingegen haben sich bei knapp 40 % verändert. Etwa ein Drittel der Befragten gaben zudem an, dass sich das Führungsverhalten verändert hat, als auch der Sachverhalt, dass Entscheidungen schneller verfügbar sind. Auffällig bleibt allerdings, dass die meisten Teilnehmer die Fragen mit teilweise beantworteten.

Das Gros der Teilnehmer gibt teilweise an, wobei sich Stärken der Wirkungen unter den dargestellten Items unterscheiden. Es wird festgestellt, dass neue Aufstiegschancen perspektivisch nicht geschaffen werden. Die allgemeine Zufriedenheit hat sich verändert, ebenso wie die Arbeitsumgebung der Mitarbeiter, wobei nicht ganz klar ist in welche Richtung sich die Zufriedenheit geändert hat. Es ist festzuhalten, dass die technische IT-Landschaft als auch Werkzeuge weniger adressiert werden. Es ist zu hinterfragen, warum mindestens 70 % der Teilnehmer eine Veränderung im Führungsverhalten nicht bewusst wahrnehmen. Ferner verwundert es in diesem Zusammenhang das keine neuen Aufstiegschancen angeboten werden. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die agile Entwicklung hier eher als Labeling angesehen wird, ohne wesentliche Veränderungen im agilen Paradigma zu adressieren.

2.4 Bezug zu den Vorjahren

Die Studienserie beschäftigt sich seit mehreren Jahren mit dem Verständnis sowie der konkreten Anwendung agiler Produktentwicklung. Eine wesentliche Erkenntnis war, dass die als typisch deklarierten KPIs nicht als ausschlaggebend verbessert angesehen wurden. Vielmehr zeichnete sich das Bild ab, dass weiche Faktoren, wie Transparenz, verbesserte Kommunikation oder aber auch die Fähigkeit auf Kundenänderungen situationsprobat zu reagieren, Vorteile agiler Produktent-

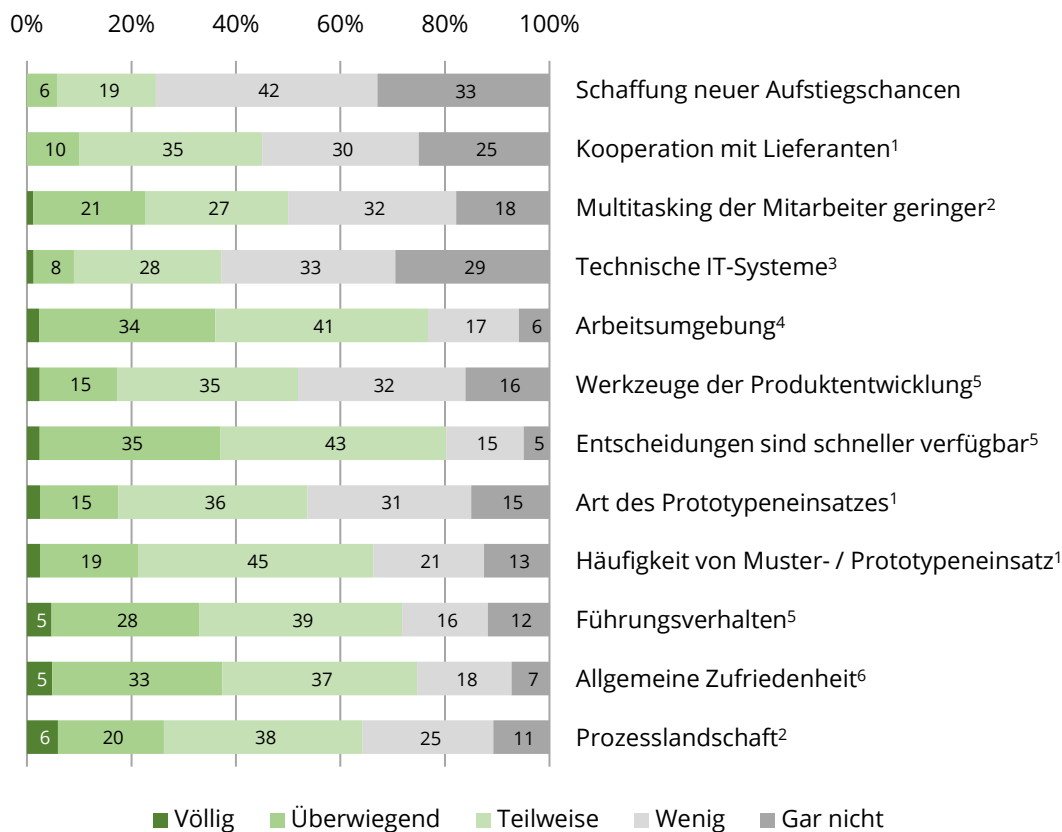


Abbildung 21: Veränderungswirkung durch die Einführung und Anwendung der agilen Entwicklung, n = 85, ¹(n = 80), ²(n = 84), ³(n = 78), ⁴(n = 86), ⁵(n = 81), ⁶(n = 83)

wicklung beschreiben. Es wurde festgestellt, dass klassische als auch agile Entwicklung Vor- und Nachteile im Kontext gewisser Randbedingungen aufweisen. Hybride Projekte nehmen perspektivisch zu, was unter anderem damit zusammenhängen könnte, dass die physischen Komponentenentwicklung als schwieriger wahrgenommen wird. Dies zeigte sich auch in der diesjährigen Studie, in derer die Teilnehmer größere Herausforderungen attestierten, deren Lösung in Zukunft adressiert werden muss. Überraschend ist, dass einige Probleme (siehe **Kapitel 1**) nach wie vor nicht großartig unverändert scheinen.

Im Nachfolgenden wurden erneut die Nutzenperspektiven abgefragt, die bereits 2018 untersucht wurden. Wie in **Abbildung 1** ersichtlich, ist der Nutzen hinsichtlich der verbesserten Kommunikation im Team sowie die erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit auf Veränderungen durch die Teilnehmer attestiert. Die an der Umfrage beteiligten Teilnehmer gaben ferner an, dass der Nutzen bezogen auf die typischen KPIs beobachtbar ist. Im Vergleich zu den Daten 2018, sind die beiden positivsten Veränderungen durch die agile Arbeitsweise durch verbesserte Kommunikation und

erhöhter Reaktionsgeschwindigkeit determiniert. Die entspricht insofern der exakten Rangfolge aus den diesjährigen Ergebnissen. Die 4 Low-End-Werte 2018 (geringe Zustimmung als Nutzen) waren:

- A. Verstärktes Ausnutzen von sich ergebenden Chancen (z.B. Integration neuer, besserer Technologie)**
- B. Verbesserte Produktqualität**
- C. Reduzierte Entwicklungskosten**
- D. Verbesserte Ausrichtung des Produkts an den Unternehmensstrategien**

Auch in 2023 haben die Punkte A (Chancenausnutzung) und B (Produktqualität) ähnlich wie 2018 einen geringen Nutzen, auch wenn sie nicht identische Plätze einnehmen. Sie stehen auch wie 2018 in 2023 vor C und D. Die Punkte C (Entwicklungskosten) und D (Strategieausrichtung) sind in ihrer Position mit dem geringsten Nutzen in 2023 identisch mit den Schlusslichtern in 2018 geblieben. Die originären Nutzenperspektiven



Anwendung

der Scrum-Arbeit sind erzeugt – die Wirkung auf Hard-Facts des technischen Managements (relevante Verbindung zu KPIs) sind nicht wahrgenommen worden. Über fünf Jahre zeigt sich hier keine Veränderung. Dies überrascht!

2.5 Zwischenfazit

In diesem Kapitel wurden Auswirkungen auf die Organisation, Erfolgsmessung und Adaptionen bei der Anwendung agiler Methoden untersucht. Eine zentrale Erkenntnis dabei ist, dass vor allem weiche Faktoren eine signifikante Rolle spielen. So dominieren bei den sich einstellenden Nutzensperspektiven bspw. verbesserte Kommunikation oder erhöhte Flexibilität. Positive Auswirkungen in Bezug auf Kosten und Entwicklungszeit werden kaum wahrgenommen. Dass sich der Nutzen dabei eher gestaffelt einstellt, deutet auf hierarchische Mittel-Zweck-Beziehungen hin. Erst müssen Strukturen existieren und Routinen etabliert sein, bevor sich Prozesse nachhaltig verbessern. Passend dazu verdeutlichen die Ergebnisse, dass zwar die Notwendigkeit der Adaption von Organisationsstrukturen wahrgenommen, aber noch nicht konsequent umgesetzt wird. Ein wichtiger Faktor hierbei ist auch das Mindset. Die Bereitschaft zu Veränderung und Transformation muss sich in Teilen erst noch manifestieren. Bei der Erfolgsmessung zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Der Erfolg bei der Anwendung agiler Methoden wird vorrangig anhand der Zufriedenheit unmittelbar beteiligter Stakeholder, wie dem Team und dem Kunden, gemessen. Da hier das WIE bewertet wird, ist dies nur logisch. Etwas anders verhält es sich hingegen bei der Erfolgsbewertung agiler Projekte. Hierbei verschiebt sich die Bewertung eher hin zum Management und zu harten Faktoren wie klassischen KPIs (Reduzierung der Entwicklungszeiten, monetärer Gewinn, etc.). Dennoch spricht für einen wachsenden Reifegrad, dass die Kundenzufriedenheit sowohl bei der Erfolgsmessung von Methoden als auch von Projekten den höchsten Stellenwert hat. Agile Elemente werden häufig genutzt und es scheint nur eine geringe Ablehnung dieser zu geben. Ausnahme stellen Minimum Viable Produkt und Inkrement dar, die von über einem Zehntel nie genutzt werden. Das Inkrement wird sogar zu 30 % selten oder niemals genutzt, was vermuten lässt, dass der Zweck oder die Umsetzung unklar ist. Ebenso lässt sich festhalten, dass Scrum-Elemente (Rollen, Artefakte und Events) in der Praxis mehrheitlich situati-

onsabhängig angepasst werden und die Nutzung nicht nach Lehrbuch erfolgt. Bei stärker angepassten Elementen wie dem Inkrement oder Minimum Viable Product, scheinen Herausforderungen mit der Physikalität der Produkte weiterhin zu bestehen. Manche der angepassten Elemente lassen vermuten, dass der ursprüngliche Zweck der Elemente nicht vollständig klar ist und sie durch eine starke Anpassung ihr eigentliches Ziel verfehlen. Im Kontext der Berücksichtigung von Schnittstellen in der Scrum-Anwendung finden höhere Managementebenen sowie Organisationseinheiten weniger Berücksichtigung.

3 Demografie

Nach wie vor zeigt sich ein großes Interesse an agilen Methoden und deren Nutzenpotential.

Die Mehrzahl der Teilnehmer ist in der Entwicklung aktiv.

Um die Studienergebnisse bewerten und einordnen zu können, sind im Folgenden die demographischen Daten aufbereitet, die im Rahmen der Studie erhoben worden sind. Neben unternehmensspezifischen Kenndaten und Daten zu den Teilnehmern werden auch Daten zu jeweiligen typischen Produktspektren erhoben.

Insgesamt haben in diesem Jahr 138 Teilnehmer an der Studie teilgenommen. Ausgenommen wurden Teilnehmende, die ausschließlich Softwarelösungen anboten oder entwickelten (eine Person), sodass 137 Teilnehmende ausgewertet werden konnten. Damit ist die Teilnehmerzahl im Vergleich zu den Vorjahren leicht angestiegen. Wie in den vorangegangenen Jahren auch, repräsentieren die Teilnehmenden einen breiten Querschnitt von unterschiedlichen Unternehmen aus unterschiedlichsten Branchen und Unternehmensgrößen, die sich mit der agilen Entwicklung mechatronischer Systeme beschäftigen. Die Teilnehmenden an der Studie kommen im Wesentlichen aus der DACH-Region (Deutschland, Österreich, Schweiz). Damit können vor allem auch kulturelle Unterschiede in der Gestaltung von Unternehmens- und Entwicklungsstrategien minimiert werden.

3.1 Die Unternehmen

Für die Studie konnten Teilnehmende aus unterschiedlichsten Branchen gewonnen werden. In **Abbildung 22** ist die Verteilung dargestellt.

Der Großteil der Teilnehmer kommt auch in diesem Jahr aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Fahrzeug- und Verkehrstechnik (ca. 63 %). Auffällig dabei war in diesem Jahr der hohe Anteil an Beteiligungen aus der Fahrzeug- und Verkehrstechnik (39 %), was deutlich über dem Anteil der Vorjahre liegt (um ca. 18 Prozentpunkte höher). Die Branchen Dienstleistungen, Mess- und Automatisierungstechnik sowie Elektrotechnik/Elektronik bilden die jeweils nächstgrößeren Gruppen. Ausgenommen der diesjährigen starken Beteiligung

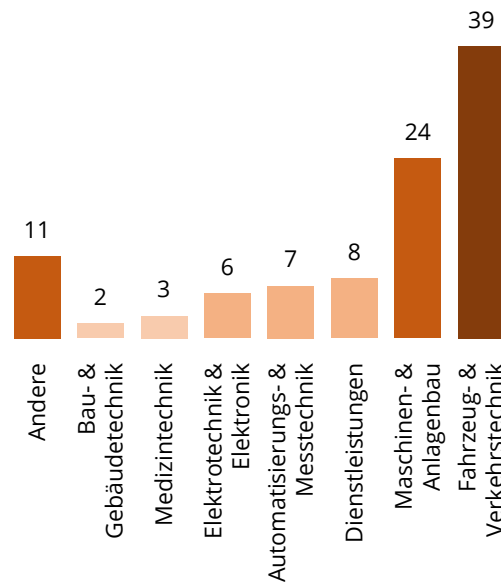


Abbildung 22: Verteilung der Teilnehmenden nach Branchen (in Prozent)

aus der Fahrzeug- und Verkehrstechnik haben sich die Verhältnisse in den beteiligten Branchen im Vergleich zu den Vorjahren nicht wesentlich verändert. Die Zuordnung zu den Branchen spiegelt dabei gut die branchenmäßige Verteilung von Unternehmen in der DACH-Region wider. Hiermit kann zudem gezeigt werden, dass mit der Umfrage die adressierte Zielgruppe, nämlich Unternehmen, die sich mit Produktentwicklung bzw. mechatronischer Produktentwicklung tatsächlich beschäftigen, erreicht wird. Die leicht gestiegene Teilnehmerzahl deutet zudem darauf hin, dass nach wie vor ein großes Interesse an Vorgehensweisen zur agilen Entwicklung mechatronischer Produkte besteht.

Die Verteilung der Teilnehmenden in Bezug auf die Unternehmensgröße ist in **Abbildung 23** dargestellt. Die aus den Vorjahren bekannte Unterteilung in die vier Gruppen KMU (<250 Mitarbeiter), Großunternehmen (<5.000 Mitarbeiter), Konzerne (<50.000 Mitarbeiter und Großkonzerne (≥50.000 Mitarbeiter) sind in der Abbildung jeweils noch einmal detaillierter nach Mitarbeiterzahl aufgeschlüsselt. Diese Verteilung deckt sich im Wesentlichen mit denen der letzten Jahre. Dies ist in **Abbildung 24** wiedergeben. Der linke Balken beschreibt in der Darstellung jeweils den Mittelwert aus den Jahren 2018 - 2022, ergänzt um die Streuung. Der rechte Balken gibt die Verteilung von diesem Jahr wieder.



Demografie

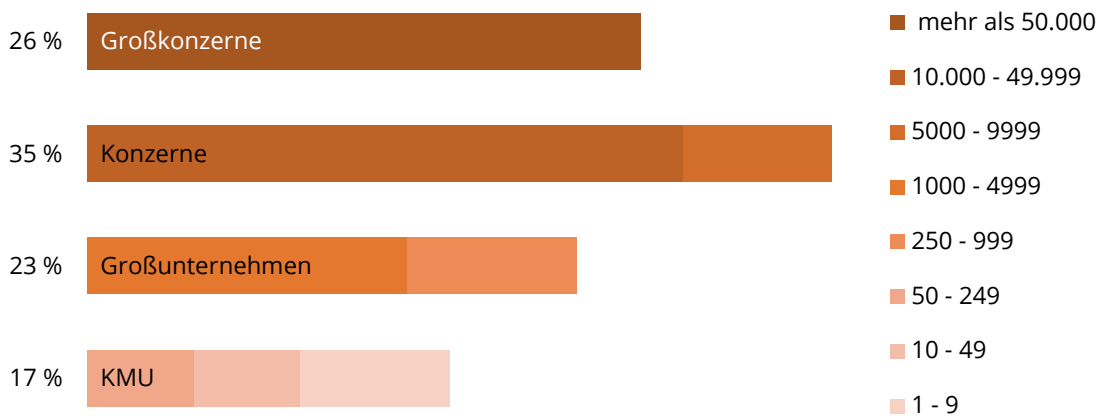


Abbildung 23: Verteilung der Umfrageteilnehmer bezüglich der Unternehmensgröße

Auch in dieser Studie wurden die Teilnehmenden gefragt, wie viele Mitarbeiter des Unternehmens im Bereich Forschung und Entwicklung tätig sind. Wie aus der **Abbildung 25** hervorgeht, gaben 31 % der Teilnehmenden an, dass in deren Unternehmen mehr als 5000 Mitarbeiter in der Forschung und Entwicklung arbeiten. Die kleinste Gruppe stammt aus der Kategorie 1 - 9 Mitarbeiter. Durch die breite Streuung sind sowohl Eindrücke aus kleineren Entwicklungsabteilungen als auch aus größeren Entwicklungsressorts wiedergegeben worden. Somit kann eine unbeabsichtigte einseitige Betrachtung hinsichtlich dargestellter Größenordnungen agiler Entwicklungsorganisationen ausgeschlossen werden.

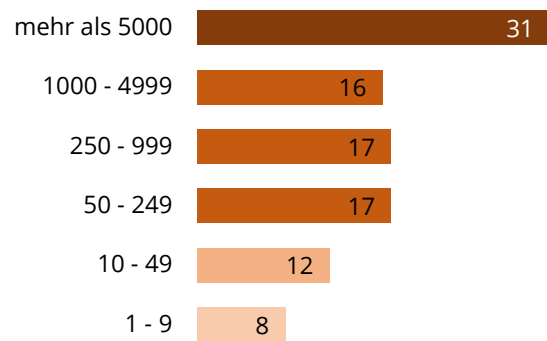


Abbildung 25: Anteil der Teilnehmenden mit entsprechender Anzahl an Mitarbeitern im Bereich Forschung und Entwicklung in deren Unternehmen (in Prozent)

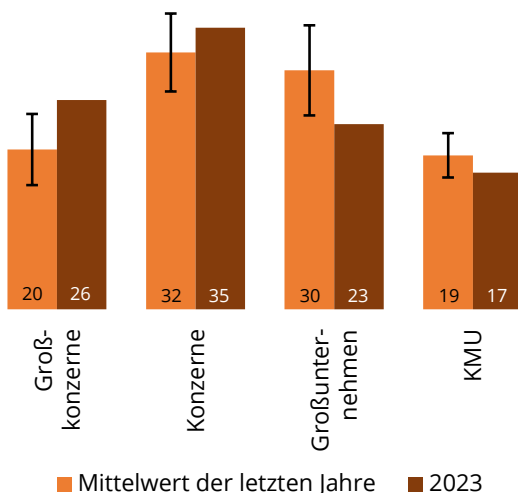


Abbildung 24: Verteilung der Umfrageteilnehmer bezüglich der Unternehmensgröße im Langzeitvergleich in Prozent (schwarz: Standardabweichung)

3.2 Die Teilnehmenden

Im Folgenden soll der Hintergrund der Teilnehmenden intensiver beleuchtet werden. Dazu ist zunächst in **Abbildung 26** dargestellt, welche Position diese im Unternehmen innehaben.

Der Arbeitsschwerpunkt der Teilnehmenden an der Studie liegt auch in diesem Jahr in der Entwicklung und ist mit 71 % deutlich höher als in den vergangenen Jahren. Die übrigen Teilnehmenden sind in den Bereichen Geschäftsführung (7 %), Vorentwicklung und Forschung (7 %), Produktion und Einkauf tätig. Der hohe Anteil von Teilnehmenden aus Entwicklung sowie Vorentwicklung und Forschung lässt bei der Beantwortung der Fragen tiefgehende Erkenntnisse zu Praktiken agilen Arbeitens erwarten.

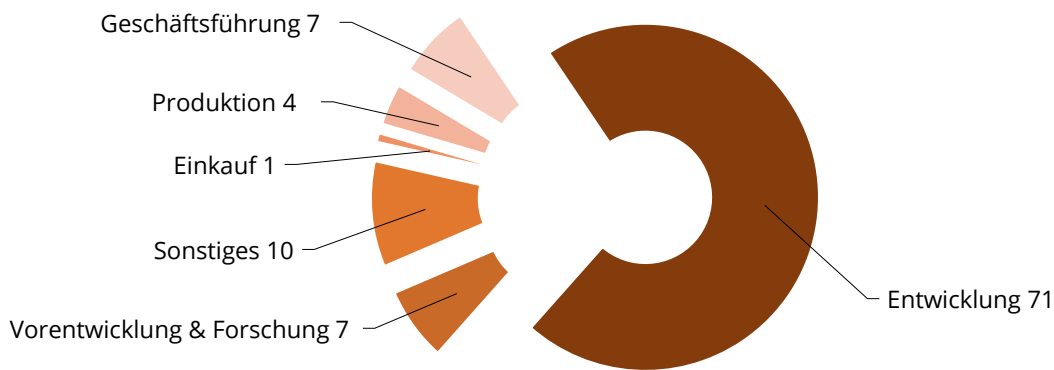


Abbildung 26: Verteilung der Teilnehmenden nach deren Tätigkeitsfeldern (in Prozent)

Mit der Frage nach der Position der Teilnehmenden im Unternehmen war verbunden, dass über die sich aus der Position ergebenden Sichtweisen im Umgang mit und in der Interpretation von agilen Vorgehensweisen besser ausdifferenziert werden kann. **Abbildung 27** zeigt die Zuordnung der Positionen der Teilnehmenden.



Abbildung 27: Verteilung der Teilnehmenden nach ihrer Position im Unternehmen (in Prozent)

Über die Tätigkeitsbeschreibung ordnen sich 28 % als Haupt-/Abteilungsleiter, 27 % als agile Coaches oder interne Berater und 26 % als Gruppen- oder Projektleiter ein. Weitere 6 % der Teilnehmenden sind der Gruppe Geschäftsführung/Vorstand zuzuordnen. Damit sind in diesem Jahr 60 % der Teilnehmenden in Führungspositionen bzw. in Personal- und/oder Produktverantwortung. Lediglich 10 % geben an, als Entwickler/Mitarbeiter tätig zu sein. Im Vergleich zu den Umfragen aus den letzten Jahren sind das ca. 7 - 9 % weniger Teilnehmende mit dieser Sichtweise. Da in diesem Jahr ein Fokus auf Messbarkeit von agiler Reife und dem Verständnis bezüglich der Organisationsstrukturen lag, erscheint diese Verschiebung in der Sichtweise aber durchaus förderlich.

Ein weiterer wichtiger Aspekt für das Verständnis der Teilnehmenden ist deren Erfahrung im Umgang mit agilen Methoden. Daher wurden die Teilnehmenden gefragt, wie tiefgehend ihre praktischen Erfahrungen mit agilem Arbeiten sind. **Abbildung 28** zeigt die Ergebnisse. Demnach können ein Großteil der Teilnehmenden auf fundierte Erfahrungen im Umgang mit agilen Methoden zurückgreifen, weil sie sich seit mindestens 3 - 5 Jahren oder bereits länger damit beschäftigen. Im Vergleich zu den letzten Jahren hat sich hier eine leichte Verschiebung hin zu längeren Erfahrungshorizonten ergeben.

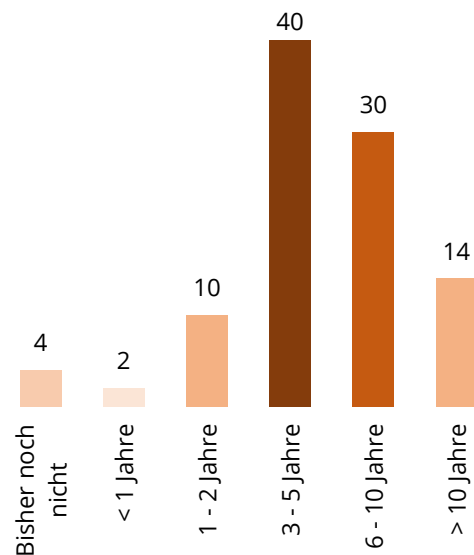


Abbildung 28: Verteilung der Teilnehmenden nach ihrer Erfahrung mit agilen Methoden im Kontext der Produktentwicklung (in Prozent)

3.3 Betrachtete Produktspektren

Ein Fokus der Betrachtungen zum agilen Arbeiten liegt immer auch auf der Produktcharakteristik, ergeben sich doch hieraus wesentliche Herausforderungen im Umgang mit bzw. für die Anwendung



Demografie

von agilen Methoden. Diese sollen die Entwicklung mechatronischer Produkte adressieren, die sich im Vergleich zu Software-Produkten dadurch unterscheiden, dass sie sich materialisieren müssen, um ihre Eigenschaften und Funktionen nutzen zu können. Die Mechatronikentwicklung ist zudem dadurch charakterisiert, dass sie in der Regel um große komplexe Systeme zum Gegenstand haben, die arbeitsteilig entwickelt werden müssen, um die Effizienz in der Entwicklung zu gewährleisten. Hieraus resultieren Constraints of Physicality und Constraints of Scale, die die Anwendung vor allem aber auch die Wirksamkeit agiler Methoden zur Entwicklung maßgeblich beeinflussen können. Mit der Frage nach der Charakteristik der durch die Teilnehmenden betrachteten Produkte geht es vor allem auch darum, reine Software-Entwicklungen auszuschließen. **Abbildung 29** verdeutlicht die Nennung einzelner Produktanteile. Der physische Anteil an den Produkten nimmt dabei mehr als 50 % ein, sodass davon ausgegangen werden kann, dass tatsächlich die Entwicklung mechatronische Produkte in der Beantwortung der Fragen zugrunde gelegt ist.

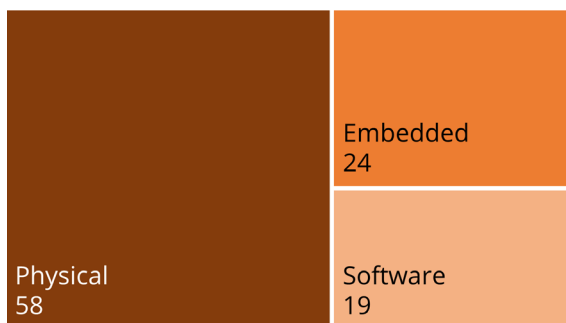


Abbildung 29: Verteilung der Produktanteile in den betrachteten Produkten

Mit der Frage danach, wie lange sich Unternehmen bereits mit der agilen Entwicklung von Software

aber auch mechatronischen Systemen beschäftigen, sollen helfen, Erfahrungen in der Nutzung agiler Methoden und deren kontextspezifischer Adaption besser einschätzen zu können. **Abbildung 30** zeigt diese Erfahrungen in der Differenzierung nach Hard- und Softwareentwicklung.

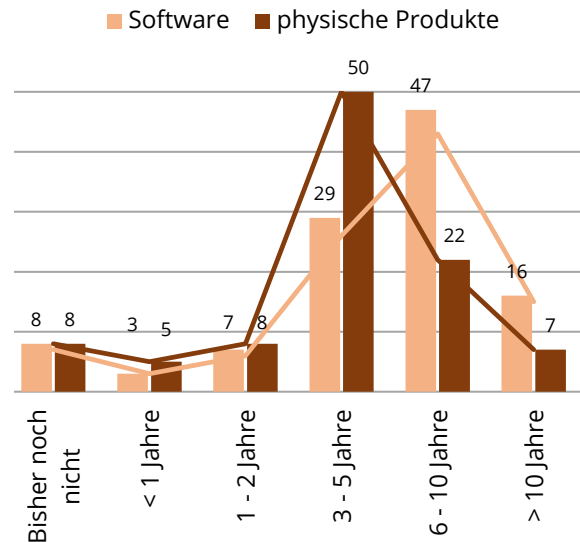


Abbildung 30: Erfahrung im agilen Arbeiten in den Unternehmen der Teilnehmenden nach Produktart (in Prozent)

Aus der Darstellung wird deutlich, dass die Erfahrungen im Umgang mit agilen Methoden in der Softwareentwicklung etwas ausgeprägter sind, was sich letztlich auch aus der Historie agilen Arbeitens ableiten lässt. Ein Vergleich der Aussagen zu Erfahrungen in der agilen Entwicklung mechatronischer Systeme, vgl. **Abbildung 31**, zeigt einen Trend dazu, dass diese Erfahrungen steigen, was in der leichten Rechtsverschiebung der Kurven erkennbar ist.

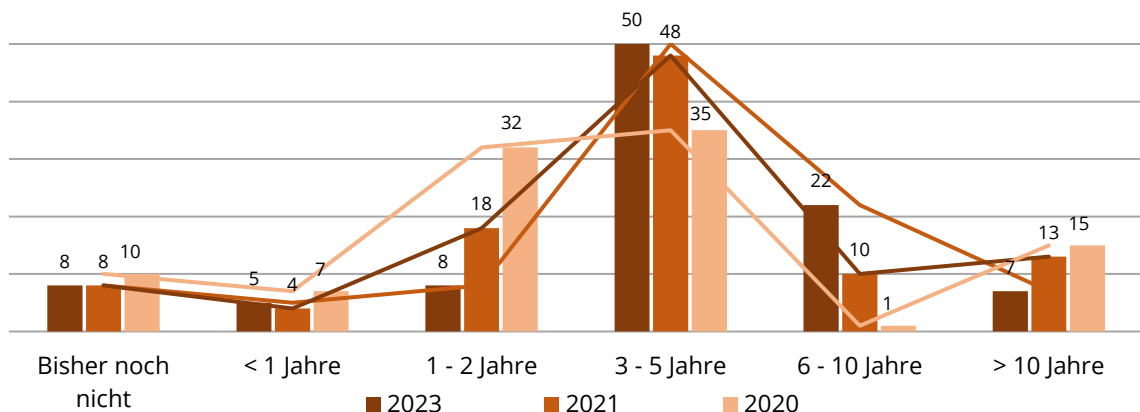


Abbildung 31: Zeitlicher Trend hinsichtlich der Erfahrung bei der agilen Entwicklung mechatronischer Systeme in den Unternehmen der Teilnehmenden (in Prozent)

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Studie konzentrierte sich in diesem Jahr nicht nur auf die wiederkehrende Frage nach dem Nutzen agiler Methoden in der Entwicklung mechatronischer Systeme und den damit verbundenen Herausforderungen im Umgang und der Implementierung mit diesen Methoden. Der Schwerpunkt lag auch darauf, in der Anwendung zu untersuchen, wie und an welcher Stelle Anpassungen der Elemente agilen Arbeitens erfolgen können. Ziel war es, nicht nur den Spezifikationen des entwickelten Produktes gerecht zu werden, sondern auch eine bessere Berücksichtigung kontextspezifischer Gegebenheiten zu ermöglichen. Eine große Herausforderung liegt gerade auch darin, den Erfolg agilen Arbeitens nachzuweisen. Um Metriken zur Erfolgsbewertung abzuleiten, bedarf es eines besseren Verständnisses dazu, wer den Erfolg bewertet und wodurch Erfolg wahrgenommen wird. Hierzu konnten wir im Rahmen der Studie interessante Erkenntnisse gewinnen.

Es hat sich zudem gezeigt, dass die Constraints of Physicality zwar durchaus bedeutend für die Implementierung sind, hierfür aber offensichtlich Workarounds gefunden wurden, um mit der Physikalität umzugehen. Entsprechend rücken andere Schwierigkeit, wie die Paradigmen-Perplexität oder das Distribution Dilemma in den Vordergrund, die vor allem Fragen zu den Kommunikations- und Koordinationsmechanismen aufwirft. Diese gilt es in der weiterführenden Forschungsaktivitäten zu adressieren, um ein ganzheitliches Verständnis aufzubauen.



Methodik

Design der Studie

Die in dieser Studie dargestellten Daten sind, wie in den Jahren zuvor, im Rahmen einer öffentlich zugänglichen Online-Umfrage gesammelt worden. Die Fragen wurden in Deutsch gestellt, um die Zielgruppe in der DACH-Region zu erreichen und Übersetzungs- beziehungsweise Verständnisbarrieren zu vermeiden.

Die Umfrage umfasste insgesamt 30 Fragen aus den Bereichen Demografie, Verständnis und Anwendung, Organisationsstrukturen und Messbarkeit, Prototyping und Digitalisierung. Der Fragebogen basierte in seiner Struktur auf 29 geschlossenen Fragestellungen und einer offenen Fragestellung. Die geschlossenen Fragestellungen ermöglichten einem quantitativen Ansatz folgend eine standardisierte und deskriptive Auswertung. Um möglichst äquidistante und eindeutige Antwortskalen hinsichtlich der Bewertung von Intensität, Wahrscheinlichkeit und Zustimmung präsentieren zu können, stützten wir uns auf die umfangreichen Vorarbeiten von Rohmann [4] und Bühner [5]. Durch kurze Einführungstexte in den einzelnen Bereichen wurden der Lesefluss und das Verständnis für die Fragen gesteigert sowie ein kurzweiliges Beantworten sichergestellt. Wie im Vorjahr ist auf ein „Survey of choice“-Feature (Teilnehmer wählen nur die Themengebiete aus, die für Sie von Interesse sind) verzichtet worden, um eine geringe Grundgesamtheit in bestimmten Frageblöcken zu vermeiden. Die durchschnittliche Beantwortungsdauer des Fragebogens betrug 19 Minuten.

Verteilung

Die Umfrage war im Zeitraum von Februar 2023 bis Mai 2023 geöffnet. Der Link zur Umfrage wurde persönlichen Kontakten sowie Teilnehmern früherer Umfragen via E-Mail kommuniziert. Des Weiteren wurde die Umfrage über den Newsletter des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) sowie auf LinkedIn verteilt. Insgesamt haben 137 Personen an der Umfrage teilgenommen, deren Antworten zur Auswertung herangezogen worden sind. Die Teilnehmer haben freiwillig und ohne Unterstützung der Autoren an der Umfrage teilgenommen.

Auswertung und Darstellung

Um dem Leser einen möglichst breiten Überblick und einen einfachen Einstieg zu verschaffen, erfolgte die Auswertung der Studie und die Darstellung der Ergebnisse überwiegend deskriptiv. Die jeweilige Anzahl der Beantwortungen wird unterhalb der entsprechenden Abbildungen angegeben. Die Antworten "keine Angabe" sowie fehlende Angaben wurden bei der Berechnung prozentualer Anteile sowie der Zahl der Beantwortungen ausgenommen. Die per fiat gemessenen Zahlenwerte [6] wurden für die Darstellung grundsätzlich kaufmännisch auf die angegebenen Stellen gerundet. Entsprechend können sich bei Addition der Werte leichte Abweichungen ergeben. Der Übersichtlichkeit zugute haben wir bei manchen Grafiken auf die numerische Darstellung von Anteilen unterhalb von 10 % verzichtet. Zu jeder Abbildung findet sich eine entsprechende Erklärung im Text.

Quellenverzeichnis

- [1] Hoda, R., Noble, J. & Marshall, S. (2011) „The impact of inadequate customer collaboration on self-organizing Agile teams“, Information and Software Technology, Vol. 53, No. 5, S. 521–534 [Online]. DOI: 10.1016/j.infsof.2010.10.009.
- [2] Ovesen, N. (2012) The Challenges of Becoming Agile, Dissertation, Aalborg, Aalborg University.
- [3] Cohen, J. (1988) Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, 2. Aufl., Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- [4] Rohrmann, B. (1978) „Empirische Studien zur Entwicklung von Antwortskalen für die sozialwissenschaftliche Forschung“, Zeitschrift für Sozialpsychologie, Vol. 9, S. 222–245.
- [5] Bühner, M. (2021) Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, 4. Aufl., München, Pearson Studium.
- [6] Bortz, J. & Schuster, C. (2010) Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler, 7. Aufl., Berlin Heidelberg New York, Springer.



Über die Autoren

Dr.-Ing. Stefan Weiss (AGENSIS) ist Partner und Mitbegründer von AGENSIS Management Consultants. Dr. Weiss verfügt über mehr als 20 Jahre Berufserfahrung im F&E-Management und in der Gestaltung von ganzheitlichen Entwicklungssystemen. Er arbeitete mit zahlreichen nationalen und internationalen Kunden und Projektteams aus der Automobil-, Elektronik-, Automatisierungs- und Automatisierungs- und Konsumgüterindustrie. In seiner Arbeit hat er Pionierarbeit geleistet und wandte die Konzepte der agilen und schlanken Entwicklung auf F&E-Verbesserungsprogramme für die physische Produktentwicklung. In den letzten Jahren ist er Mitautor mehrerer Publikationen über schlanke und agile Entwicklung. Er verfügt über fundierte Industrieerfahrung aus verschiedenen Positionen in F&E Organisationen der Automobil- und Konsumgüterindustrie. Er absolvierte sein Studium am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) mit einem Diplom in Chemieingenieurwesen, gefolgt von einem Doktorat im Bereich der Materialwissenschaften.

Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold-Byhain (Technische Universität Dresden) war bis 2021 Leiterin des Institutes für technische Produktentwicklung des gleichnamigen Instituts an der Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität der Bundeswehr München. Sie wurde im Anschluss als Professorin an die Technische Universität Dresden berufen und ist seither Inhaberin der Professur für Virtuelle Produktentwicklung. Nach ihrer Promotion war Frau Dr. Paetzold als Oberingenieurin am Lehrstuhl für Konstruktionslehre der Universität Erlangen forschte Sie im Bereich der Mechatronik, insbesondere zur Unterstützung und Optimierung von Entwicklungsprozessen. Dort begann sie mit dem Aufbau einer Arbeitsgruppe, die sich mit den Herausforderungen der Beschreibung, Analyse und Optimierung von Entwicklungsprozessen auf Basis von Daten- und Informationsflüssen beschäftigte. Sie ist engagiert im VDI-Fachbereich Produktentwicklung und Projektmanagement. Zusätzlich engagiert Sie sich als Co-Chair der SIG „Human Behavior in Design“ der Design Society. Sie ist ferner Mitglied der Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP).

Marvin Michalides, M.Sc. (Universität der Bundeswehr München) trat 2013 in die Bundeswehr ein. Als Offizieranwärter durchlief er die Offiziersausbildung zum Offizier des Truppendienstes der Instandsetzungstruppe. Marvin Michalides studierte Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität der Bundeswehr München und graduierte 2018 mit einem Master of Science. Nach weiteren Ausbildungsabschnitten war er bis 2021 Zugführer eines Instandsetzungszuges einer Versorgungskompanie. Fasziniert von Innovation und der Entwicklung neuer Produkte, kehrte er 2021 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an die Universität der Bundeswehr München zurück, um im Bereich der agilen Entwicklung physischer Produkte zu forschen. Derzeitig beschäftigt er sich mit dem Forschungsfeld der Skalierung und der technischen Befähigung im Kontext der agilen Produktentwicklung. Ferner engagiert er sich im VDI-Fachausschuss 710.

Dipl.-Ing. Martin Pendzik (Technische Universität Dresden) hat an der TU Dresden Mechatronik u.a. mit Vertiefungen aus dem Bereich Maschinenbau und der Produktentwicklung studiert. Zu seinen Fach- und Forschungsgebieten als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für virtuelle Produktentwicklung gehören seit 2019 die additive Fertigung in der Medizintechnik sowie die agile Entwicklung mechatronischer Systeme seit 2022. Letzteres ist zentraler Forschungsinhalt seines aktuellen DFG-Projekts, bei dem es primär um die Erarbeitung eines Methodikbaukastens für die Anwendung und Implementierung agiler Entwicklungsansätze im Kontext mechatronischer Produktentwicklung geht. Seit 2022 ist Herr Pendzik außerdem aktives Mitglied im VDI-Fachausschuss 710, der sich ebenfalls mit der agilen Entwicklung mechatronischer Systeme und der Verbreitung sowie der allgemeinen Sensibilisierung der Thematik befasst.

Franziska Scharold, M.Sc. (BMW Group, Technische Universität Dresden) vertiefte ihr Studium des Wirtschaftsingenieurwesens in den Bereichen Maschinenbau und Internationales Management. Während ihres Studiums war sie in verschiedenen Unternehmen der Automobilindustrie (OEM und Tier 1) tätig und beschäftigte sich inhaltlich mit den Schwerpunkten der Produktentwicklung, Produktionsplanung sowie der Digitalisierung. Ihr Interesse an der Forschung entdeckte sie während ihrer Zeit am Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen. Derzeit promoviert Frau Scharold an der Technischen Universität

Dresden in Kooperation mit der BMW Group. Im Fokus ihrer Dissertation steht die Nutzenbewertung der agilen Automobilentwicklung. Darüber hinaus engagiert sie sich im VDI-Fachausschuss 710 zur agilen Entwicklung mechatronischer Systeme.

Dipl.-Ing. Lino Stoiber (Technische Universität Dresden) hat bis 2022 Maschinenbau an der TU Dresden studiert. Die Vertiefungsrichtung „Allgemeiner und konstruktiver Maschinenbau“ wurde im Auslandssemester an der Tongji-Universität in Shanghai (China) um den Themenbereich Fabrikplanung und Technische Logistik erweitert. Während des Studiums unterstützte er als Übungsleiter die Lehre. Direkt nach dem Studium wurde Lino Stoiber Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung der TU Dresden. Seither ist er Lehrverantwortlicher für eine Übungsveranstaltung im Grundstudium Maschinenbau und forscht im Bereich Prototypeneinsatz zur Unterstützung der Kommunikation zwischen Entwicklern und Nutzern.



Agile Entwicklung physischer Produkte

In der Entwicklung von mechatronischen Produkten nimmt die agile Entwicklung bereits seit einigen Jahren eine zunehmend wichtigere Rolle ein. Im Rahmen dieser Studienserie wird seit 2018 das Fortschreiten der Agilität in der DACH-Region untersucht. In der vorliegenden Ausgabe des Jahres 2023 liegt der Fokus dem Verständnis und der Anwendung agiler Arbeitsweisen, den Herausforderungen in deren Skalierung und der Bedeutung von Prototyping im genannten Kontext. Die Ergebnisse dieser Studie beruhen, wie auch in den vorangegangenen Jahren, auf den Aussagen von Praktikern aus einem breiten Spektrum an Industrieunternehmen, die an einer Online-Umfrage teilgenommen haben. Die Studie beschreibt sowohl quantitative als auch qualitative Ergebnisse aus der industriellen Praxis.

Eine Kooperation von



AGENSIS