



AGILE ENTWICKLUNG
DEVELOPMENT
OF PHYSICAL PRODUCTS

AGILE ENTWICKLUNG PHYSISCHER PRODUKTE

Eine Studie zum aktuellen Stand
in der industriellen Praxis

Alexander Atzberger, Simon J. Nicklas, Julian Schrof
Stefan Weiss, Kristin Paetzold

2020

Zitation

Atzberger, A., Nicklas, S.J., Schrof, J., Weiss, S., Paetzold, K. (2020), Agile Entwicklung physischer Produkte: Eine Studie zum aktuellen Stand in der industriellen Praxis, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg, Deutschland. https://doi.org/10.18726/2020_5

[doi:10.18726/2020_5](https://doi.org/10.18726/2020_5)

PDF-eBook-ISBN: 978-3-943207-43-9

EPUB-eBook-ISBN: 978-3-943207-44-6

Verlegende Institution

Universität der Bundeswehr München
Werner-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg, Germany

Bildnachweis Titelseite

istockphoto.com: PeopleImages, archerix

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 Universität der Bundeswehr München, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten.

© 2020 Institut für Produktentwicklung, Universität der Bundeswehr München, Deutschland.

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

wir erleben derzeit, wie agile Ansätze in der Entwicklung mechatronischer Produkte sukzessive voranschreiten, auch über deren Grenzen hinaus. Während die Anfänge der agilen Entwicklung in der Software bereits mehr als zwei Jahrzehnte zurückliegen, ist das Thema in der Entwicklung von Hardware-Komponenten – also der physischen Produktentwicklung – im Vergleich dazu noch relativ jung. Hier gibt es erste dokumentierte Erfahrungsberichte zu Beginn der 2010er Jahre. Durch die Erfahrungen in der Software ist es der physischen Produktentwicklung möglich gewesen, schnell aufzuholen. Dennoch ist die Software der Hardware gemäß dem Gartner-Hype-Zyklus circa sieben bis zehn Jahre voraus.

Am Institut für Technische Produktentwicklung (ITPE) der Universität des Bundeswehr München untersuchen wir, wie sich die agile Entwicklung im Bereich der Mechatronik weiterentwickelt. Seit 2017 führen wir daher in Kooperation mit AGENSIS im deutschsprachigen Raum Umfragen zum aktuellen Stand der Lage durch, sodass wir nunmehr zum dritten Mal die Studie „Agile Entwicklung physischer Produkte“ publizieren können. Während in der ersten Studie der Fokus darauf lag, die Motivation der Unternehmen für die Einführung agiler Entwicklung zu erfahren und die Potentiale, die die Unternehmen darin sehen, genauer zu beleuchten, haben wir im letzten Jahr den Fokus ein wenig justiert. In 2019 wollten wir die Trends hinsichtlich des potentiellen Nutzens tiefergehend untersuchen und zugleich die Veränderung im weiteren Verlauf der Implementierung agiler Arbeitsweisen nachvollziehen.

Auf Basis dieser Ergebnisse konnten wir in der diesjährigen Studie wieder neue Fokusse setzen: Zunächst haben wir das Verständnis agiler Entwicklung nochmals genauer untersucht, um nachzuvollziehen, welches Bild die Anwender von agiler Entwicklung haben. Im Anschluss haben wir beleuchtet, welche Vorgehensmodelle Anwendung finden und wie diese angewandt werden. Im dritten Teil sind wir gezielt auf die Herausforderungen, die in der Anwendung jener Vorgehensmodelle auftreten, eingegangen und geben Hinweise auf mögliche Lösungsansätze. Abschließend wird die Thematik der Skalierung in der physischen Produktentwicklung aufgegriffen, um zu verstehen, welche Frameworks hier Anwendung finden und welche Ausprägungen der Begriff Skalierung im Kontext der Mechatronikentwicklung aufweist.

Da die diesjährige Studie eine konsekutive Fortführung der Arbeiten der letzten Jahre ist, ist es uns in bestimmten Themenstellungen zudem möglich, Trendverläufe abzubilden und die Veränderungen sowie Einschätzungen gegenüber den Vorjahren aufzuzeigen. Es zeigt sich im Vergleich zu den Vorjahren, dass sich einige Aspekte verändert und weiterentwickelt haben. Einerseits ist die diesjährige Ausgabe nicht in Englisch verfasst, wie die Jahre zuvor. Da die Teilnehmenden, wie auch der Großteil der Leser und Leserinnen, aus dem deutschsprachigen Raum kommen, haben wir uns dazu entschlossen, die Studie dieses Jahr in Deutsch zu veröffentlichen, um Begriffs- und Verständnisunsicherheiten zu vermeiden. Andererseits haben wir den Umfang der Studie reduziert und versucht, die Ergebnisse ansprechend und so klar verständlich wie möglich darzustellen. Dennoch ist es unser Anspruch, die Daten wissenschaftlich korrekt aufzuarbeiten, um, wie bisher, präzise und glaubwürdige Aussagen treffen zu können. Diese Veränderungen spiegeln auch die Lernkurve des Autorenteam wider.

Wir wünschen Ihnen in diesem Sinne eine anregende Lektüre und freuen uns sehr auf die persönliche Diskussion sowie Feedback von Ihrer Seite.

— Das Autorenteam



Executive Summary

Die vorliegende Querschnittstudie erfasst den Stand der Anwendung und Umsetzung der agilen Produktentwicklung physischer Produkte im deutschsprachigen Raum. Ziel der Studie ist es, interessierten Personen und Organisationen einen Bezugsrahmen im Vergleich zu einer mittels Praxis und Erfahrung gebildeten Referenzbasis außerhalb der Softwareindustrie anzubieten. Dies ermöglicht, Projektplanungen oder laufende Transformationen zu prüfen, Vorgehensweisen und Entscheidungen abzusichern und Einzelerfahrungen einzuordnen.

Wie in den Jahren 2018 und 2019 sind sowohl wissenschaftliche Erkenntnisse als auch praktische Umsetzungserfahrungen der Studienpartner in das Design der Studie eingeflossen. Als Online-Befragung ausgeführt, konnte eine Stichprobe mit 125 Teilnehmern aus circa 80 Unternehmen der fertigen Industrie realisiert werden (⇒ **Demografie**). Mit 36 Detailfragen in den vier Themenfeldern ⇒ **Verständnis**, ⇒ **Anwendung**, ⇒ **Herausforderungen & Lösungsansätze** sowie ⇒ **Skalierung** wurden die Informationen erhoben. Somit liegt auch 2020 ein relevanter, neutraler und facettenreicher Einblick in die industrielle Praxis der agilen Produktentwicklung physischer Produkte vor. Aus Sicht des Autorenteam sind folgende komprimierten Ergebnisse und Tendenzen erkennbar:

- Agile Produktentwicklung ist weiter attraktiv und wächst. Gewohnte („klassische“) Projektarbeit geht zurück. Zeiträume von drei bis fünf Jahren sind für erfolgreiche Umsetzungen einzuplanen und unterscheiden Anfänger von Fortgeschrittenen.
- In der Mehrheit wird Agile Produktentwicklung mit *flexibel*, *transparent* und *kundenorientiert* assoziiert. Für zwei Drittel der Teilnehmer erleichtert agiles Arbeiten den Alltag. Methodisch dominieren Scrum, Kanban und Design Thinking.
- Die Wirkung agiler Produktentwicklung wird mehrheitlich über die Verbesserungen erfolgsfördernder Faktoren der Kooperation und Transparenz wahrgenommen. Harte, messbare Erfolgskennwerte werden aktuell nur von einer Minderheit bejaht.
- Wechselwirkungen zur physischen Natur der Produkte werden klar als Schwierigkeiten benannt. Mehrheitlich werden externe Regularien, Wartezeiten für Bauteile und Zulieferabhängigkeiten als Faktoren bejaht. Produktseitig wird Modularisierung und Schnittstellenstandardisierung als wichtige Verbesserungsoptionen rückgemeldet.
- In der Mehrheit wird Agile Produktentwicklung durch IT-Tools und additive Fertigungsverfahren gestützt. Einfache Office-Tools dominieren in der Zustimmung. Rapid Prototyping ist in der physischen Welt bereits Standard und nicht mehr stark differenzierend.
- Agile Produktentwicklung ist nach wie vor kein fertiges Konzept. Hybridisierungen zwischen bewährten Hausstandards und agilen Elementen sind stark zunehmend. 70% der Studienteilnehmer passen Elemente, Methoden oder Leitbilder in bedeutendem Umfang an. Vorlagen und Frameworks werden zur Orientierung genutzt. Kopieren aus Vorlagen erscheint nicht zielführend zu sein.
- In der Umsetzung Agiler Produktentwicklung liegen nach wie vor Herausforderungen. Zentrales Hemmnis bleibt das Verständnis von Agilität. Wissenstransfer und Ausbildung sind dominierende Lösungsfaktoren. Ungelöste Führungsfragen wie Machtverlust oder Karrierepfade sind bedeutende Konfliktpotenziale. Selbstorganisation und Empowerment der Teams ist gering.
- Agile Produktentwicklung verlässt das Einzelprojekt und wird zunehmend skaliert. Skalierung ist heterogen belegt und erfasst das Projektportfolio, die Organisation oder die Führung. Skalierungs-Frameworks werden umfangreich adaptiert (sogenannte Hybride). Koordination und Kommunikation zwischen agilen Teams sind die dominant genannten Herausforderungen.

Insgesamt zeigt die Studie, dass das Konzept „Agile Produktentwicklung“ in der physikalischen Welt der Produkte weiter vorankommt, eigene Wege und Prägungen ausbildet und gegenüber der Software-Welt aufholt. Ein Abklingen der Veränderungsbemühungen ist nicht erkennbar.

Inhalt

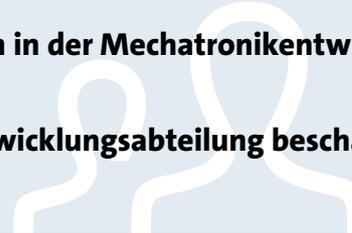
Vorwort	3	
Executive Summary	4	
1 Demografie	6	
1.1 Die Unternehmen	6	
Branchen und Unternehmensgrößen	6	
Umsetzung und Erfahrungsschatz	7	
1.2 Die Produkte	8	
1.3 Die Teilnehmer	9	
2 Verständnis	10	
2.1 Assoziationen	10	
2.2 Nutzen	11	
2.3 Auswirkungen agilen Arbeitens	12	
3 Anwendung	14	
3.1 Aktueller Stand und zukünftige Anwendung	14	
3.2 Kriterien und Merkmale	15	
4 Herausforderungen & Lösungsansätze	18	
4.1 Herausforderungen und Konflikte	18	
4.2 Hilfestellungen	20	
5 Skalierung	22	
5.1 Verständnis und Herausforderungen	22	
5.2 Anwendung und Anpassungen	23	
5.3 Handlungsfelder und Einbeziehung weiterer Bereiche	24	
Methodik	26	
Design der Studie	26	
Verteilung	26	
Auswertung und Darstellung	26	
Über die Autoren	27	



Die meisten Teilnehmer haben 3-5 Jahre Erfahrung mit agiler Entwicklung.

Trotz modularer Produktarchitektur verbleiben in der Mechatronikentwicklung häufig Abhängigkeiten.

Die meisten Studienteilnehmer sind in der Entwicklungsabteilung beschäftigt, entwickeln jedoch nicht selbst.



1 Demografie

Im folgenden Abschnitt sind die demografischen Daten der Teilnehmer dargestellt und näher erläutert. Diese untergliedern sich in die folgenden drei Bereiche:

- Unternehmensspezifische Kenndaten
- Die Produktstruktur sowie -architektur
- Angaben zu den Teilnehmern

Wie in den vorangegangenen Jahren konnte auch in dieser Ausgabe der Studie ein breiter Querschnitt von Firmen in allen Unternehmensgrößen sowie einem breiten Spektrum an Branchen, die sich mit der Entwicklung von mechatronischen Produkten beschäftigen, abgedeckt werden. Insgesamt haben 125 Personen teilgenommen.

1.1 Die Unternehmen

Branchen und Unternehmensgrößen

Der Kreis der teilnehmenden Firmen ist über viele Branchen hinweg breit gefächert, wie **Abbildung 1** zeigt. Wie auch in den beiden letzten Studien fallen mehr als die Hälfte in die Bereiche Maschinen- & Anlagenbau sowie Fahrzeug- & Verkehrstechnik. Die nächstgrößeren Gruppen bilden die Branchen Elektrotechnik & Elektronik, Mess- & Automatisierungstechnik und Konsumgüterelektronik. Die Dienstleistungen im Bereich der Produktentwicklung stellen mit 10% die drittgrößte Gruppe an Teilnehmern. Die Ergebnisse zeigen, dass mit der Umfrage auch die richtige Zielgruppe, Unternehmen im Bereich der Mechatronikentwicklung, adressiert wurde und ein branchenübergreifendes Interesse an agiler Entwicklung besteht. Daten von Unternehmen, die reine Software-Produkte herstellen, sind in der Auswertung nicht berücksichtigt worden.

Die Verteilung nach Unternehmensgröße der teilnehmenden Unternehmen ist in **Abbildung 2** dargestellt.

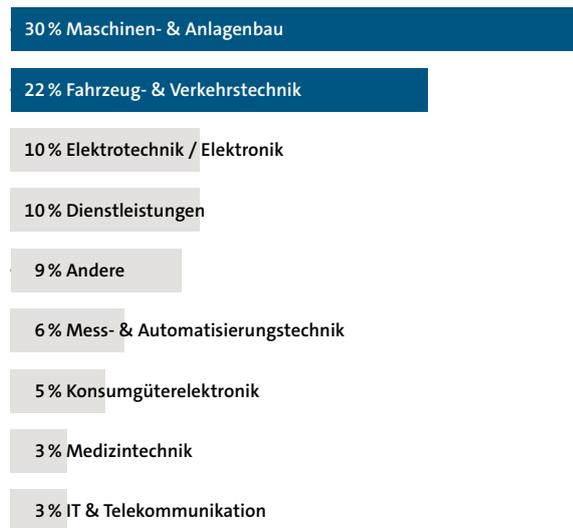


Abbildung 1: Verteilung der Branchen, n = 125

Hierbei sind die Kategorien wie in den Vorgängerjahren in die vier Gruppen kleine und mittelständische Unternehmen (KMU, <250 Mitarbeiter), Großunternehmen (<5.000 Mitarbeiter), Konzerne (<50.000 Mitarbeiter) sowie Großkonzerne (>50.000 Mitarbeiter) unterteilt. Wie bereits in der letzten Studie sind die meisten Teilnehmer in Großunternehmen beschäftigt. Der Anteil der KMU ist im Vergleich zum letzten Jahr

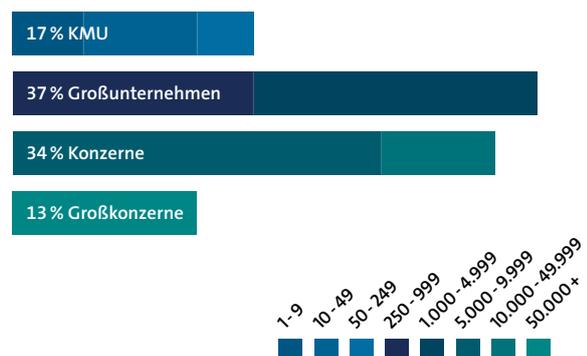


Abbildung 2: Verteilung der Unternehmensgrößen, n = 125

Demografie

geringfügig gesunken. Im Unterschied zur Stichprobe 2019 arbeiten annähernd die Hälfte der Teilnehmer in (Groß-)Konzernen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die agile Entwicklung auch für größere Unternehmen zunehmend interessant wird. Es zieht sich zudem, dass Agilität für alle Unternehmensgrößen relevant beziehungsweise die Unternehmensgröße kein limitierender Faktor ist. Des Weiteren sind die Daten ein repräsentativer Querschnitt der Industrie in der DACH-Region.

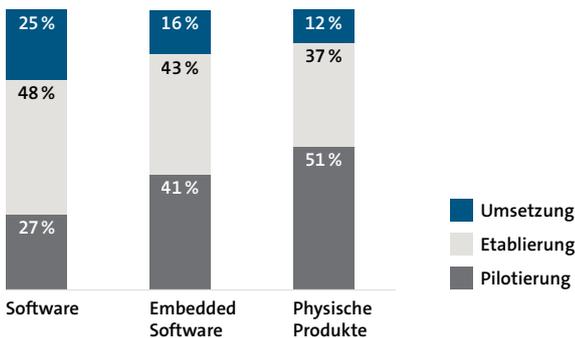


Abbildung 3: Umsetzung agiler Entwicklung im Unternehmen gestaffelt nach Produktanteilen, n = 87, 81, 101

Umsetzung und Erfahrungsschatz

Agile Entwicklung in der Mechatronik ist nicht mehr neu – sie wird bereits von einigen Firmen seit geraumer Zeit angewandt. In **Abbildung 3** ist der derzeitige Stand hinsichtlich der Umsetzung agiler Arbeitsweisen und des damit verbundenen Erfahrungsschatzes der Unternehmen dargelegt. Hierbei wird nach Software-Entwicklung, Embedded-Software-Entwicklung und der Entwicklung von physischen Produkten unterschieden. In diesem Modell sind explizit die Umsetzungen in allen drei Entwicklungsbereichen abgebildet, um die Unterschiede hinsichtlich des Reifegrads zwischen den Bereichen, wie eingangs erläutert, darzulegen. Die Anwendungsreife ist in die folgenden Phasen unterteilt:

- Die Pilotierung beschreibt die Durchführung eines oder mehrerer Pilotprojekte, in denen die Anwendung agiler Entwicklung erstmalig zum Tragen kommt.
- In der Phase der Etablierung sind erste Pilotprojekte erfolgreich umgesetzt worden und agile Entwicklung wird auf weitere Entwicklungsprojekte, Programme oder Produktlinien ausgerollt.
- Der Begriff Umsetzung beschreibt die vollständige Umsetzung im jeweiligen Bereich, sprich, die agile Entwicklung ist im jeweiligen Bereich zum Standardvorgehen geworden.

Es ist zu erkennen, dass bei einem Viertel der Unternehmen die agile Entwicklung zu einem Standardvorgehen in der Software-Entwicklung geworden ist, in der Entwicklung physischer Produkte hingegen nur bei einem Achtel. In der physischen Produktentwicklung befindet sich die Hälfte der Unternehmen noch in der Pilotierungsphase. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der letzten Jahre – einem Einstieg in die physische Produktentwicklung gehen meist einige Jahre an Erfahrung in der Softwareentwicklung voraus. Die Embedded-Software-Entwicklung als „Zwischenschritt“ liegt demnach auch zahlenmäßig zwischen der Software und den physischen Produkten – ein erwartbarer Schritt, da hierbei erstmalig neben den inhaltlichen Unterschieden die sogenannten Einschränkungen der Körperlichkeit auftreten. Diese bezeichnen die physische Gestalt von Produkten und die damit einhergehenden Herausforderungen (hinsichtlich Fertigungsdauer, -aufwand, -kosten, etc.) und werden in **Kapitel 4** genauer beschrieben.

In der diesjährigen Umfrage ist zudem nach der Erfahrung (**Abbildung 4**) des eigenen Unternehmens im Hinblick auf die agile Entwicklung gefragt worden. So ist es möglich, nachzuvollziehen, wie lange die Unternehmen benötigen, um die einzelnen Phasen von Pilotierung bis Umsetzung zu durchlaufen. Es zeigt sich, dass

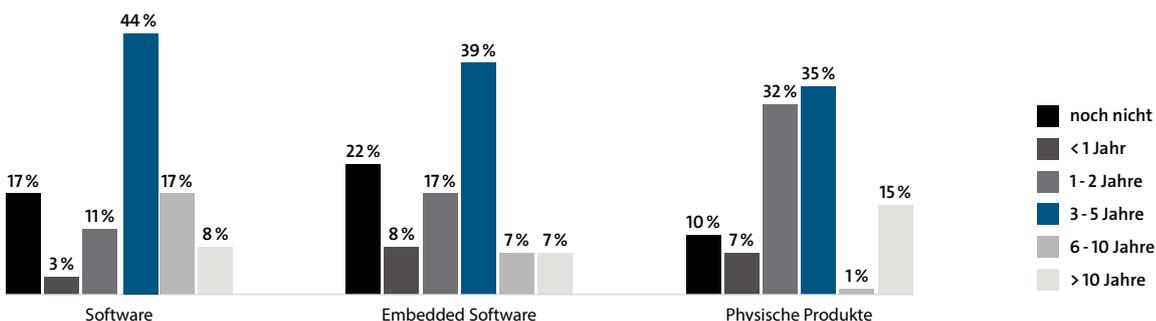


Abbildung 4: Erfahrung der Unternehmen mit agiler Entwicklung nach Dauer der Anwendung, n = 122, 122, 122

Demografie

die Erfahrungsdauer mit der Anwendungsreife korreliert – die Unternehmen befassen sich im Software-Bereich bereits am längsten mit der Thematik. Insgesamt betrachtet liegt die durchschnittliche Erfahrung im Zeitraum von drei bis fünf Jahren. Im Bereich der physischen Produktentwicklung fällt eine moderate Anzahl von 15% der Unternehmen auf, die sich bereits seit mehr als zehn Jahren mit dem Thema beschäftigt. Die Teilnehmer jener Unternehmen gaben zudem an, dass sie sich auch bereits seit längerer Zeit mit dem Thema Agilität in den Bereichen Software und Embedded Software befassen. Der Rest des Feldes setzt sich erst seit ein paar Jahren mit der Thematik auseinander.

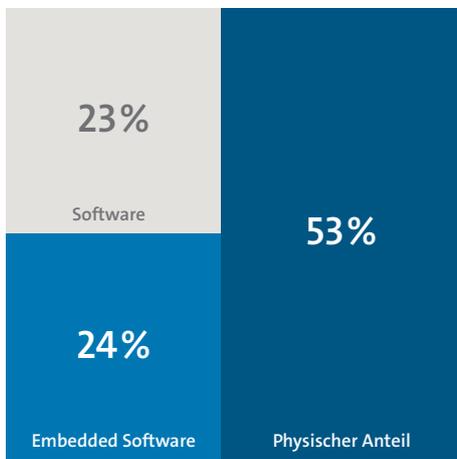


Abbildung 5: Verteilung der typischen Produktanteile, n = 120

1.2 Die Produkte

Neben den unternehmensspezifischen Daten war es interessant zu erfahren, wie die Unternehmen ihre Produkte hinsichtlich der Produktstruktur gestalten, sowie deren Bauweisen näher zu beleuchten, um die Körperlichkeit der Produkte besser einschätzen zu können.

► *Mit Körperlichkeit ist hier der physische Anteil an einem mechatronischen Produkt zu verstehen, im Gegensatz zu den „virtuellen“ Produktanteilen aus (Embedded) Software. Dieses Differenzierungsmerkmal, welches in*

der Softwareentwicklung nicht existent ist, wurde erstmalig von Nis Ovesen im Jahr 2012 in seiner Dissertation thematisiert. Ovesen fasste die damit einhergehenden Herausforderungen für die agile Entwicklung unter dem Begriff „Einschränkungen der Körperlichkeit“ (engl. constraints of physicality) zusammen.

Daher wurden die Teilnehmer gefragt, welchen Anteil an Software, Embedded Software sowie Hardware ein typisches Produkt aus ihrem Produktportfolio besitzt. Anhand der Angaben der Teilnehmer wurde eine durchschnittliche Verteilung der Produktanteile errechnet, siehe **Abbildung 5**. Interessanterweise nimmt der physische Anteil etwas mehr als die Hälfte ein. Anhand dieser Angaben kann verifiziert werden, dass es sich tatsächlich um mechatronische Produkte handelt. Es sei erwähnt, dass es sich um einen Durchschnittswert aller Datensätze handelt. Die einzelnen Angaben variieren, rein physische oder reine Software-Produkte werden von den Teilnehmern der Studie jedoch nicht entwickelt.

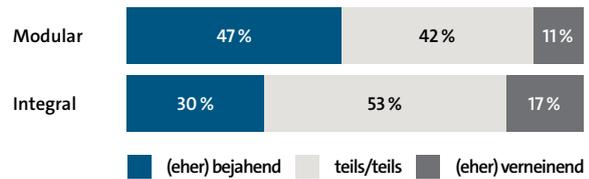


Abbildung 6: Produktbauweise, modular: n = 90, integral: n = 91

Um die zu entwickelnden Produkte besser zu verstehen, wurde zudem nach deren Bauweise gefragt und in **Abbildung 6** dargestellt. Fast 90% der Produkte werden in Modulbauweise entwickelt, knapp die Hälfte sind vorwiegend oder komplett modular aufgebaut. Die Integralbauweise findet mit 83% ebenfalls in vielen Produkten wieder, wobei hierbei nur knapp ein Drittel vorwiegend oder komplett integral aufgebaut sind. In der Mehrzahl der Produkte werden sowohl die Modul- als auch die Integralbauweise angewendet, mit einem leichten Überhang zum modularen Aufbau.

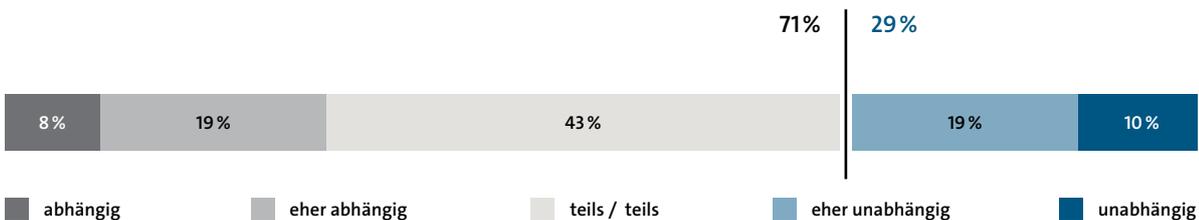
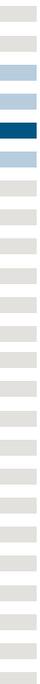


Abbildung 7: Unabhängigkeit der Module bei modularer Produktstruktur, n = 83



Demografie

Ein weiterer Aspekt der Untersuchungen war die Unabhängigkeit der Module. Hierbei wurden nur Produkte herangezogen, die nach den Angaben der Teilnehmer Anteile einer modularen Bauweise aufweisen. Hierbei ist zu erkennen, dass weniger als ein Drittel aller als (teilweise) modular bezeichneten Produkte eher oder vollkommen unabhängige Modulkomponenten besitzen, wie **Abbildung 7** zeigt. Im Gegensatz dazu liegen bei mehr als zwei Dritteln aller als modular bezeichneten Produkte mehr oder weniger starke Abhängigkeiten zwischen den Modulen vor. Diese Abhängigkeiten sind insbesondere für physische Produkte charakteristisch, stellen aus agiler Sichtweise dennoch eine Beeinträchtigung einer reaktionsschnellen Handlungsweise dar.



Abbildung 8: Position der Teilnehmer im Unternehmen, n = 125

1.3 Die Teilnehmer

Nach den Unternehmen und deren Produkten befasst sich der dritte Teil mit den Teilnehmern. In **Abbildung 8** ist die Position der Teilnehmer in ihren Unternehmen dargestellt. Die Darstellungsform bezieht sich auf die



Abbildung 9: Arbeitsschwerpunkt der Teilnehmer, n = 125

Hierarchie in der Organisation – eine gute Mischung ist erreicht. Es fällt auf, dass 27% der Teilnehmer als Agile Coaches oder interne Berater eine beratende in-house Funktion einnehmen. Mehr als ein Viertel der Teilnehmer gab an, in seiner Funktion als (Haupt-)Abteilungsleiter oder Geschäftsführer/Vorstand ein hohes Maß an Verantwortung zu besitzen, und die Hälfte aller Teilnehmer hat Führungsverantwortung. Externe Berater beziehungsweise Consultants bilden mit 3% die kleinste Gruppe an Teilnehmern.

Wie bereits in den Jahren zuvor betrachten wir auch den Arbeitsschwerpunkt der Teilnehmer in **Abbildung 9**. Uns ist es gelungen, zu 80% einen tiefen Einblick in die Produktentwicklungen der teilnehmenden Unternehmen zu gewinnen. Viele Praktiker haben ihr Wissen und ihre Erfahrung in dieser Studie zur Verfügung gestellt. Vereinzelt haben auch Personen aus weiteren, an die Entwicklung angrenzenden Bereichen teilgenommen, was zeigt, dass die agile Entwicklungsphilosophie auch über den Bereich der Entwicklung hinaus von Interesse zu sein scheint. In welchen Bereichen die Agilität in den Unternehmen derzeit schon Einzug genommen hat bzw. zukünftig nehmen soll, ist in **Kapitel 5** ausführlicher dargestellt.

Zum ersten Mal haben wir in dieser Umfrage auch den persönlichen Kenntnisstand der Teilnehmer erfasst (**Abbildung 10**). Interessant hierbei ist, den Erfahrungsstand des Unternehmens hinsichtlich agiler Entwicklung mit der persönlichen Erfahrung des Individuums in Bezug zu setzen. Die Mehrheit der Teilnehmer setzt sich bereits seit drei bis fünf Jahren mit dem Thema Agilität auseinander. Dies zeigt, dass ein Großteil der Teilnehmer dieser Umfrage auch zu den „Early Adopters“ (Personen, die zu einem frühen Zeitpunkt eine bestimmte Technologie, o.ä., vorantreiben) in ihren Firmen gehören.

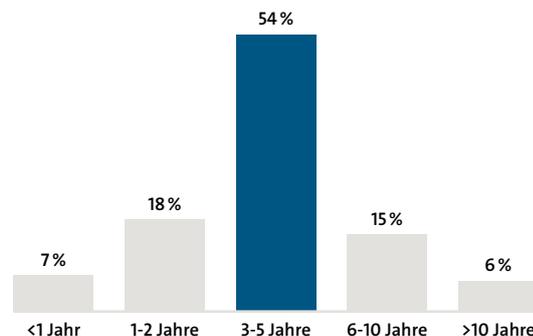
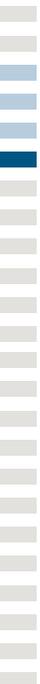


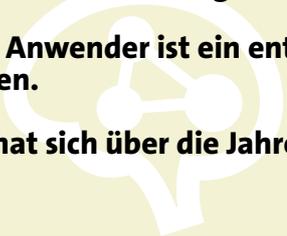
Abbildung 10: Erfahrung der Teilnehmer mit agiler Entwicklung, n = 125



Für zwei Drittel der Teilnehmer erleichtert agiles Arbeiten den Alltag.

Die Erfahrung des Unternehmens und der einzelnen Anwender ist ein entscheidender Faktor in der Anwendung agiler Arbeitsweisen.

Der wahrgenommene Nutzen agiler Arbeitsweisen hat sich über die Jahre bestätigt.

2 Verständnis

Die Auswertung in der Perspektive „Verständnis von agiler Produktentwicklung und deren Wirkung“ ist wie folgt gegliedert:

- Assoziationen und Ziele agiler Entwicklung
- Tatsächlicher Nutzen
- Auswirkungen und Arbeitsbelastung

2.1 Assoziationen

Um nachvollziehen zu können, welche Aspekte die Teilnehmer mit dem Begriff „Agile Entwicklung“ verbinden, sollten drei Adjektive genannt werden, die den Begriff bestmöglich beschreiben. Das Ergebnis ist in der Wortwolke (**Abbildung 11**) zu sehen. Hier sind ausschließlich diejenigen Begriffe aufgeführt, die von mindestens zwei Personen genannt wurden. Die jeweilige Größe der Begriffe spiegelt die Häufigkeit der Nennung

wider. Die Adjektive *transparent*, *flexibel* und *kundenorientiert* wurden von rund einem Viertel aller Teilnehmer übereinstimmend genannt. Hervorzuheben ist zudem, dass auch negativ konnotierte Adjektive wie *anspruchsvoll*, *aufwendig* oder *komplex* einige Male zu finden sind. Insgesamt wurden 94 unterschiedliche Adjektive genannt. Auch wenn dieses diverse Verständnis per se kein grundsätzliches Problem darstellt, birgt es dennoch die Gefahr von Missverständnissen.

Die agile Entwicklung ist, analog zur plangetriebenen Entwicklung, eine Entwicklungsphilosophie, die unter bestimmten Rahmenbedingungen angewendet wird. Die Teilnehmer wurden daher gebeten, aus der in **Abbildung 12** dargestellten Liste von Aspekten die drei wichtigsten übergeordneten Ziele agilen Entwickelns auszuwählen. Die überwiegende Mehrheit der Teilnehmer stimmt überein, dass ein *verbesserter Umgang mit Wandel* sowie die *Gestaltung von Produkten mit optimalem Kundenwert* die beiden wichtigsten Ziele sind. Als dritthäufigstes Ziel wurde zu 38% eine *Verrin-*



Abbildung 11: Die häufigsten Assoziationen mit agiler Entwicklung, bis zu drei Nennungen möglich, n = 95

Verständnis



Abbildung 12: Ziele agilen Entwickelns, Mehrfachnennung möglich, n = 106

gerung der Entwicklungszeit genannt. Die bisherigen Studien zeigen jedoch, dass das Anwenden agiler Vorgehensmodelle bisher kein Garant für eine Verkürzung der Entwicklungszeit ist (vergleiche **Abbildung 15**).

2.2 Nutzen

Im zweiten Teil liegt der Fokus auf dem Nutzen von agilen Vorgehensmodellen. Hier haben wir nach dem Nutzen für administrative Tätigkeiten, sprich Organisieren oder Koordinieren, sowie dem operativen Nutzen, dem eigentlichen Entwickeln, differenziert. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 13** sowie **Abbildung 14** dargestellt. Hinter den Antwortmöglichkeiten steht eine 5-Punkt-Likert-Skala (1 = „sehr geringer Nutzen“ bis 5 = „sehr großer Nutzen“). Die Ergebnisse der Durchschnittswerte zeigen ein sehr deutliches Bild: Der Mittelwert für

administrative Tätigkeiten liegt bei 3,10 im Gegensatz zu 3,88 für operative Tätigkeiten. Betrachtet man die Verteilung der Antworten, so schreiben die Teilnehmer der Agilität einen deutlich höheren Nutzen auf operativer Seite zu. Auf administrativer Seite sind die Antworten eher gleichverteilt und es ist keine klare Tendenz zu einer Seite erkennbar.

Um nachvollziehen zu können wie sich die erkennbaren Wirkungen auf die Unternehmensleistung Produktentwicklung auswirken, sind in **Abbildung 15** die Angaben über den wahrgenommenen Nutzen agiler Entwicklung dargestellt. Die zugehörigen Werte aus den Studien der letzten beide Jahre sind jeweils mit aufgeführt. Insgesamt lässt sich erkennen, dass die Mittelwerte der Zustimmung auf der 5-Punkt-Likert-Skala gestiegen sind. Signifikante Abweichung zu den Vorjahren sind nicht ableitbar. Allerdings bedeutet ein geringer Wert nicht zwangsläufig, dass die Wirkung nicht tatsächlich eintritt, sondern dass nur wenige aktuell diese Wirkung erkennen können.

Eine deutliche Zustimmung ist den am höchsten bewerteten Aspekten *teaminterne Kommunikation*, *erhöhte Flexibilität*, *erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit* sowie *gesteigerte Transparenz* zuzuschreiben. Diese Aspekte sind in den vorangegangenen Jahren ebenfalls als hoch eingestuft worden, in diesem Jahr sind jene nochmals ein paar Prozentpunkte besser bewertet worden. In den harten Controlling-KPI sind die Trends im Vergleich zu den Vorjahren analog: Eine *verbesserte Produktqualität* und eine *verkürzte Entwicklungszeit* werden als moderat, ein Nutzen hinsichtlich *reduzierter Entwicklungskosten* wird im Mittel als eher gering eingestuft. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Vorteile agiler Entwicklung aktuell für der Mehrzahl der Teilnehmer nicht mit den klassischen Kennzahlen gemessen werden können.

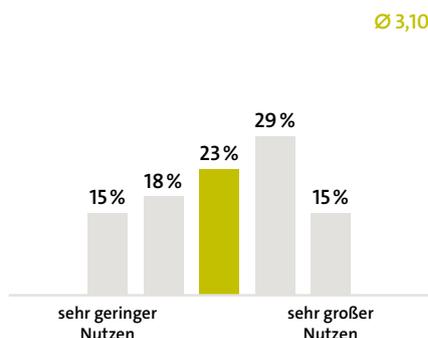


Abbildung 13: Nutzen für administrative Tätigkeiten, n = 105

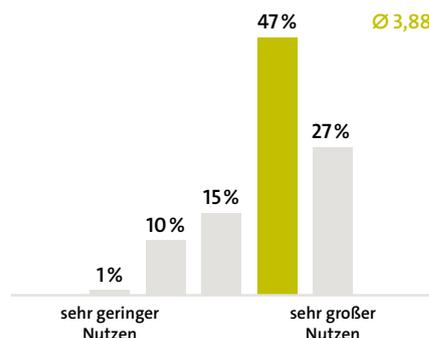


Abbildung 14: Nutzen für operative Tätigkeiten, n = 105



Verständnis

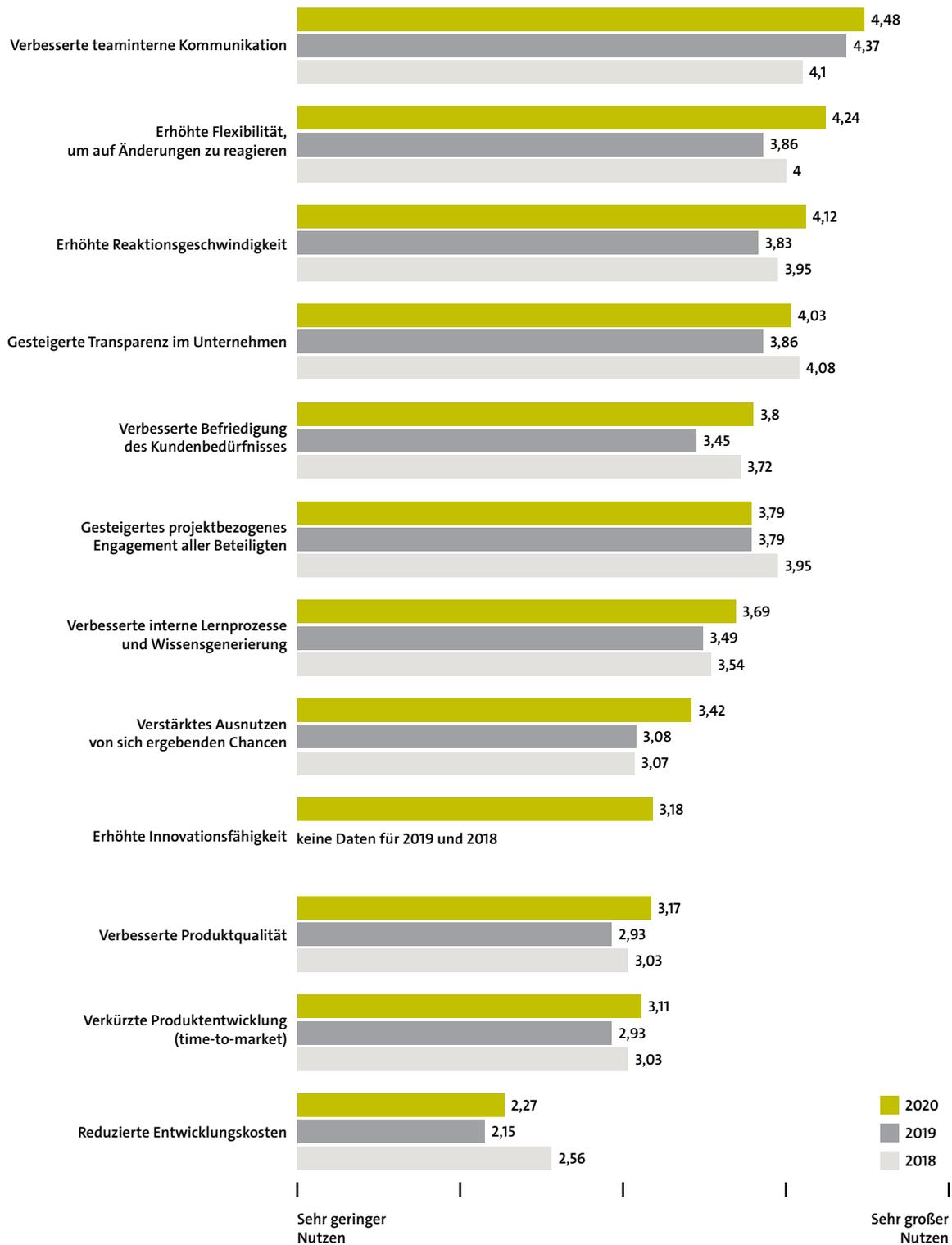


Abbildung 15: Mittlerer „tatsächlicher Nutzen“ agiler Entwicklung, 2018: n = 61, 2019: n= 73, 2020: n=105

2.3 Auswirkungen agilen Arbeitens

Die Auswirkungen durch die Anwendung agiler Vorgehensmodelle auf den Arbeitsalltag sind in **Abbildung 16** dargestellt. Etwas mehr als zwei Drittel der Teilnehmer gaben an, dass die Arbeit durch agiles Arbeiten *erleichtert* beziehungsweise *sehr erleichtert* wird. Nur 17% der

Teilnehmer sehen dadurch eher eine zusätzliche Belastung. Die Ergebnisse drücken dadurch eine überwiegend positive Grundhaltung der Beteiligten gegenüber Agilität aus.

Obwohl der Arbeitsalltag eher positiv verändert wird, sind Schwierigkeiten in der Umsetzung erkennbar.

Verständnis

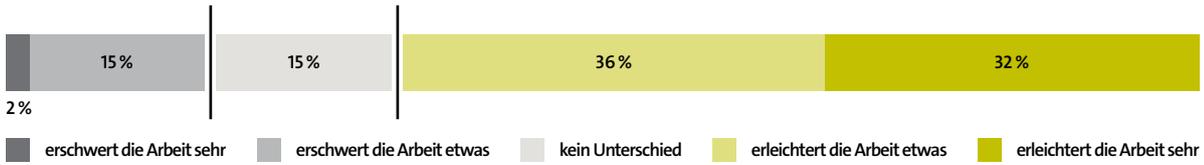


Abbildung 16: Individuelle Auswirkung agiler Entwicklung auf den Arbeitsalltag, n = 103

Zudem ist der wahrgenommene Schwierigkeitsgrad auch ein Kriterium, das für die Akzeptanzbetrachtung herangezogen werden muss. **Abbildung 17** stellt daher die Schwierigkeit der Anwendung in Abhängigkeit der persönlichen Erfahrung des Anwenders dar. Zwei Drittel halten die Anwendung agiler Vorgehensmodelle für *nicht schwierig*. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass die Anwendung über die Zeit einfacher wird – agiles Arbeiten ist ein Lernprozess. Diese Aussage ist insofern von Relevanz, als dass sie Unternehmen, die erst vor kurzem mit der Einführung agiler Arbeitsweisen begonnen haben und sich mit ersten Widerständen innerhalb des Teams oder der Organisation konfrontiert sehen, darin bestärken, mit der weiteren Umsetzung fortzufahren. Ist der nicht immer einfache sogenannte Kulturwandel erst einmal vollzogen, erweist sich die neue Arbeitsweise als vorteilhaft.

Die Angaben zum Schwierigkeitsgrad in der Anwendung wurden außerdem dahingehend analysiert, aus welcher Position im Unternehmen heraus sie getroffen worden sind. Die entsprechenden Ergebnisse sind in **Abbildung 18** dargestellt. Hierbei fällt auf, dass Personen in Führungspositionen sowie Mitarbeiter finden,

dass die Arbeit *eher erleichtert* oder *erleichtert* wird. Bei Projekt-/Gruppenleitern gibt es eine breitere Streuung in den Antworten: die Teilnehmer aus den mittleren Führungspositionen sind sich eher uneinig. Dies könnte auf komplexe Wechselwirkungen in den Hierarchien, das heißt ihrer Verantwortung den Mitarbeitern wie auch ihren Vorgesetzten gegenüber, zurückzuführen sein. An dieser Stelle müssen weitere Untersuchungen folgen. Eine zugegebenermaßen auffällige Erkenntnis ist, dass die externen Berater und Consultants sich einig sind: In ihren Augen erleichtert agiles Vorgehen die Arbeit sehr.

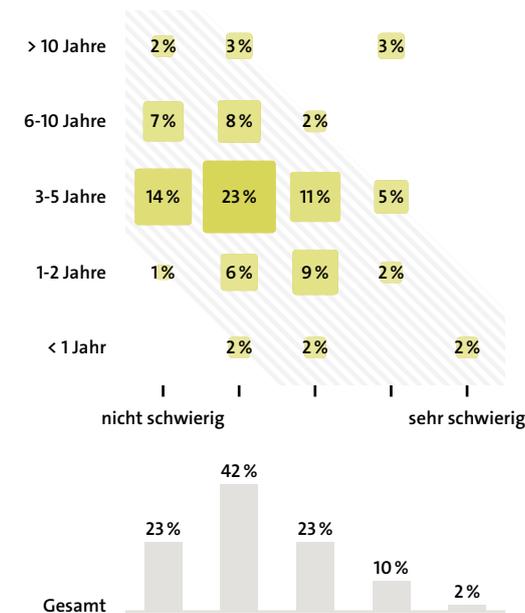


Abbildung 17: Schwierigkeitsgrad in der Anwendung agiler Vorgehensmodelle in Abhängigkeit von der Erfahrung des Anwenders, n = 114

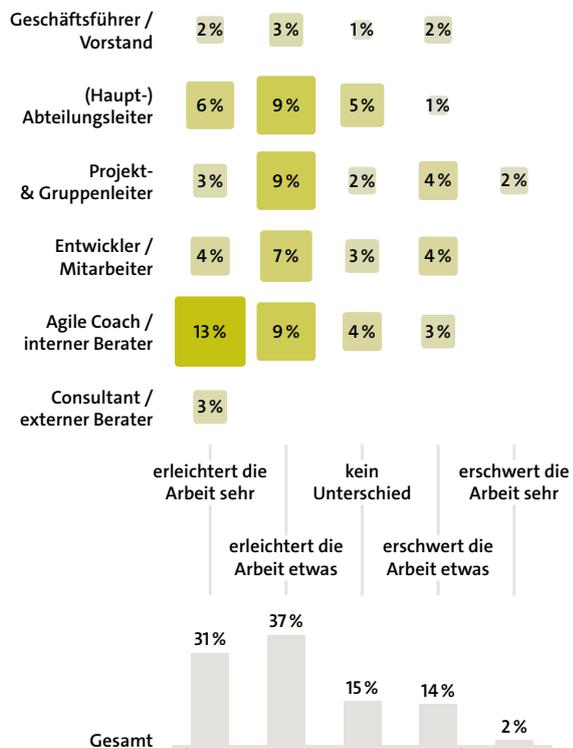


Abbildung 18: Individuelle Auswirkung agilen Arbeitens in Abhängigkeit von der Position des Teilnehmers, n = 99



Anwendung

Die Mehrzahl der Teilnehmer passt die eingesetzten Vorgehensmodelle umfangreich an.

Der Anteil klassischer Projekte geht zurück.

Nur einem Drittel aller Führungskräfte wird gelebtes „Servant Leadership“ attestiert.



3 Anwendung

Agile Vorgehensmodelle finden seit geraumer Zeit Verwendung in der physischen Produktentwicklung. Neben der reinen Anwendung haben wir in diesem Kapitel auch entsprechende Randbedingungen unter die Lupe genommen. Es unterteilt sich in die folgenden Themen:

- Aktuelle und zukünftige Anwendung agiler Vorgehensmodelle
- Entscheidungskriterien und Merkmale

3.1 Aktueller Stand und zukünftige Anwendung

Zunächst stellt **Abbildung 19** die am häufigsten verwendeten Vorgehensmodelle dar, jeweils mit den zugehörigen Werten aus den letzten beiden Jahren. Der Trend zum „Klassiker“ setzt sich weiter fort: Scrum, Kanban und Design Thinking werden am häufigsten angewendet. Hierbei hat sich Scrum mit 90% zum Quasi-Standard entwickelt. Der Einsatz von Kanban hat in den letzten Jahren einen deutlichen Zuwachs erfahren: von ursprünglich 54% in 2018 zu 75% in diesem Jahr. Design Thinking findet bei mehr als der Hälfte der Teilnehmer Verwendung. Software-spezifische Vorgehensmodelle (TDD, FDD, AM, XP) finden nur noch vereinzelt Anwendung. Eine interessante Erkenntnis: Es ist ein rasanter Anstieg der „eigenen Vorgehensmodelle“ zu verzeichnen: von 11% im Vorjahr zu aktuell 39%. Sie belegen somit bereits Platz 4.

Inwiefern Adaptionen an den Methodiken für die Unternehmen notwendig sind, ist in **Abbildung 20** dargestellt. Hierbei wird nach dem Grad der notwendigen Anpassungen der Methodiken an den firmeneigenen Kontext von gar nicht („nach Lehrbuch“) bis sehr stark („vollständige Anpassung“) unterschieden. Es fällt auf, dass nur 2% aller Unternehmen die Vorgehensmodelle ohne jegliche Adaptionen, also *nach Lehrbuch* verwenden.

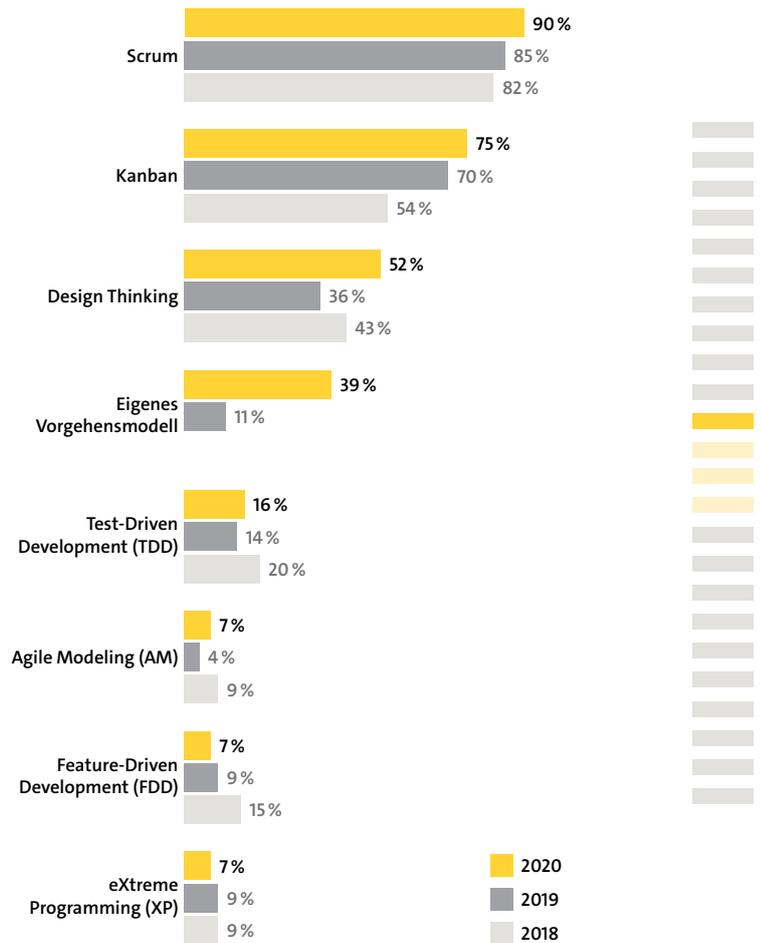


Abbildung 19: Verwendete Vorgehensmodelle, Mehrfachnennung möglich, n = 117

den. Im Umkehrschluss setzen 70% der Firmen bei den agilen Methodiken auf moderate bis sehr starke Anpassungen. Die Ergebnisse in dieser Studie zeigen, dass eine alleinige Übernahme ohne Adaptionen für die Mechanik nicht zweckmäßig ist.

► Gemäß der neuesten Ausgabe des Scrum Guides (2017), dem Leitfaden für die Methodik Scrum, schreiben die Gründerväter, dass die Methodik nun auch in weiteren Bereichen, wie der physischen Produktentwicklung

Anwendung

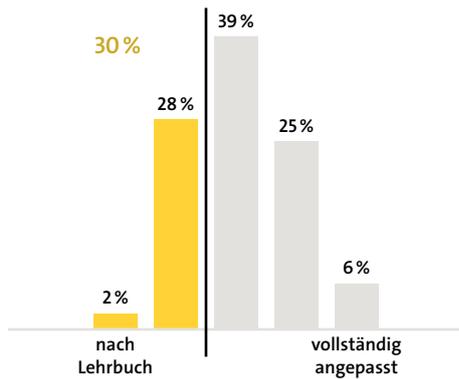


Abbildung 20: Anpassungsgrad der verwendeten Vorgehensmodelle, n = 112

einsetzbar sei, gleichzeitig solle sie aber nur so verwendet werden, wie im Leitfaden beschrieben, sonst sei „das Ergebnis (...) nicht mehr Scrum“. Die augenscheinliche Diskrepanz zum „Agilen Manifest“ aus der Feder derselben Autoren, das die Reaktion auf Veränderung über das strikte befolgen eines Plans stellt und eine regelmäßige Anpassung des Verhaltens propagiert, wirft unserer Ansicht nach jedoch Fragen auf.

Um den aktuellen Grad der Durchdringung in den Entwicklungsprojekten darzulegen, sind in **Abbildung 21** die Anteile an den unterschiedlichen Projektarten dargestellt. Die Daten aus dem letzten Jahr für agile, hybride und klassische Produktentwicklungsprojekte sind zum Vergleich ebenfalls dargestellt. Es zeigt sich, dass der Anteil an klassischen Entwicklungsprojekten über die Jahre abnimmt, jedoch noch immer knapp die Hälfte aller Projekte danach abgewickelt wird. Zudem ist zu verzeichnen, dass der Anteil an agilen Projekten im Vergleich zum Vorjahr gesunken ist. Im Gegenzug ist dafür eine deutliche Zunahme an Projekten hybrider Art erkennbar. Es zeichnet sich eine Veränderung ab, jedoch scheint eine hybride Arbeitsweise in der Mechatronik für viele Teilnehmer zweckmäßiger zu sein als ein rein agiles Vorgehen.

Um einen Blick in die Zukunft werfen zu können, werden die Teilnehmer daher stets auch nach ihrer

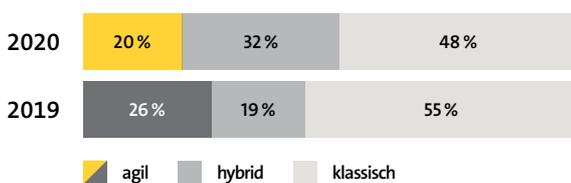


Abbildung 21: Jeweiliger Anteil aller Produktentwicklungsprojekte, gegliedert nach Art des Vorgehens, 2020: n = 99, 2019: n = 65

Einschätzung zur zukünftigen Anwendung agiler Methodiken befragt. **Abbildung 22** stellt die prospektive Anwendung von agilen Vorgehensmodellen dar, ergo welcher Anteil an Entwicklungsprojekten zukünftig agil umgesetzt werden soll (ausgehend von der aktuellen Anzahl, siehe **Abbildung 21**). Es ist zu erkennen, dass der Anteil der zukünftig agil abzulaufenden Projekte wie im Vorjahr mit einer ähnlichen Steigerung versehen ist. Interessant ist hierbei der Vergleich zum Vorjahr: Der in **Abbildung 22** gelb dargestellte Balken entspricht dem im Vorjahr prognostizierten Anteil agiler Projekte von 37%. Der tatsächlich eingetretene Wert ist in **Abbildung 21** ebenfalls gelb markiert und beträgt lediglich 20% – die prognostizierten Werte wurden nicht erreicht. Die Verschiebung geht, wie zuvor beschrieben, eher in Richtung hybrider Projekte. Somit ist fraglich, ob die prognostizierten Werte in 3 Jahren, respektive in 5 Jahren, erreicht werden. Die aktuellen Zahlen deuten darauf hin, dass ein deutlicher Anstieg an hybriden Projekten zu verzeichnen sein wird. Es könnte dennoch sein, dass die Anwendung der hybriden Projektart eine Art „Umweg“ beziehungsweise „Zwischenlösung“ darstellt und der Zugang zu zukünftig rein agilen Projekten im Unternehmen ist. Auch hier sind weitere Untersuchungen in den kommenden Jahren notwendig.

3.2 Kriterien und Merkmale

Im Folgenden wird das Augenmerk auf die Entscheidungsgrundlagen zur Anwendung agiler Arbeitsweisen in der Projektarbeit gelegt. In **Abbildung 23** sind die Entscheidungskriterien dargelegt, die von den Unternehmen herangezogen werden, um zu entscheiden, ob ein Projekt agil durchgeführt werden soll. Hier wird ersichtlich, dass der Neuentwicklungsanteil und die Änderungsrate von Anforderungen die Kriterien darstellen, die am häufigsten herangezogen werden. Die Einordnung des Projekts in die Stacey Matrix ist mit

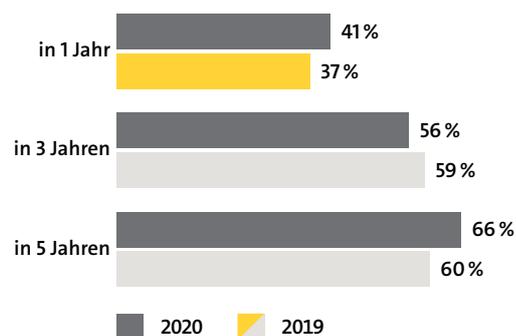


Abbildung 22: Geplanter agiler Anteil an zukünftigen Entwicklungsprojekten, 2020: n = 84, 2019: n = 61



Anwendung



Abbildung 23: Entscheidungskriterien für die Art des Projekts, Mehrfachnennung möglich, n = 95

knapp einem Viertel aller Teilnehmer am dritthäufigsten genannt worden. Bemerkenswerterweise hat die Stacey Matrix einen solchen Bekanntheitsgrad erreicht, dass sie sogar öfter Verwendung findet als eine sonstige methodische Unterstützung (20%).

► *Der Organisationstheoretiker Ralph D. Stacey dürfte von diesem Ergebnis sichtlich überrascht sein, so hat er zwar den Input für die nach ihm benannte Matrix geliefert, jedoch war es nicht sein Ansinnen, ein Schema zur Klassifikation von Projekten im volatilen Umfeld zu schaffen. Stacey beschäftigt sich mit dem Thema Komplexität in Organisationen, weswegen er ein Modell entwickelte, welches die unterschiedlichen Arten des Managements anhand des entsprechenden Umfelds darlegt. Unter klaren Bedingungen kann auf bewährte Vorgehensweisen zurückgegriffen werden, wogegen unter unklaren Bedingungen und einer hohen Unstim-*

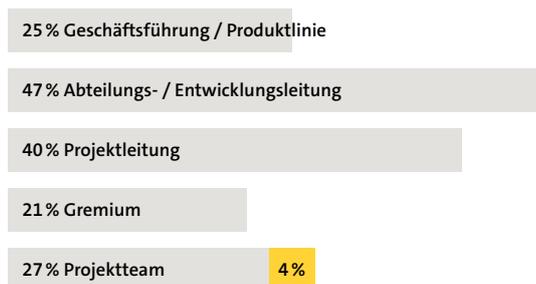


Abbildung 24: Entscheidungsträger für die Arbeitsweise, Mehrfachnennung möglich, n = 94

migkeit, der von ihm bezeichneten „zone of complexity“, andere Herangehensweisen vonnöten sind, da sich traditionelle Verfahrensweisen als ineffektiv herausstellen. In genau jener „zone of complexity“ liegt auch enormes Potential – für Kreativität und Innovationen.

Zudem fallen zwei weitere Ergebnisse auf: 9% der Teilnehmer gaben an, dass es in ihrem Unternehmen keine Entscheidungskriterien für die Projektart gibt – und falls doch, dass jene nicht offen kommuniziert werden. Des Weiteren werden die Entscheidungen eher auf Basis der Projektrandbedingungen sowie des -inhalts getroffen, als auf Basis derer, die das Projekts schlussendlich bearbeiten: die Teammitglieder.

Die eben besprochenen Kriterien sollen den verantwortlichen Personen eine Entscheidungsgrundlage geben, anhand derer sie sich orientieren können. Daher wird im Folgenden das Spannungsfeld Entscheider und Selbstorganisation beleuchtet. **Abbildung 24** zeigt daher, wer entscheidet, ob im Projekt agil, hybrid oder klassisch vorgegangen wird. Mehrfachnennungen waren möglich. Die Ergebnisse zeigen den in der industriellen Praxis üblichen hierarchischen Weg – die Entscheidung wird häufig top-down getroffen, es wird dem Team vorgegeben wie zu verfahren ist. Die Abteilungs- und Entwicklungsleitung sowie die Projektleitung sind hier federführend. In 27% der Fälle wird auch das Projektteam in die Entscheidung mit einbezogen – allerdings darf das Team nur in 4% der Fälle selbst entscheiden, wie es vorgehen möchte. Stattdessen werden oftmals mehrere Hierarchieebenen in die Entscheidung mit einbezogen.

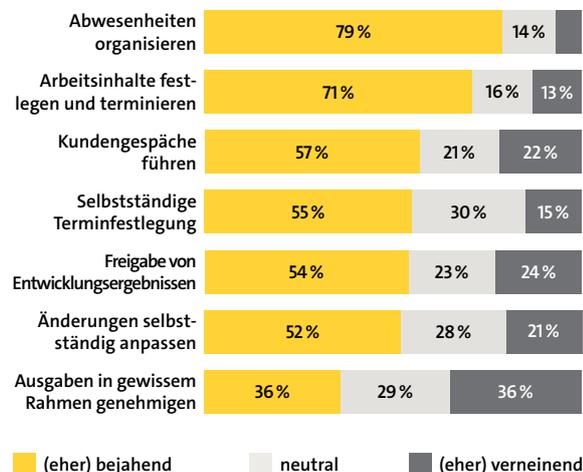


Abbildung 25: Entscheidungsfreiheit der Teams, n = 95



Anwendung

Die Agile Entwicklung in der Mechatronik orientiert sich an den Grundsätzen, die einst im agilen Manifest für die Software-Entwicklung formuliert worden sind. Gemäß den agilen Prinzipien soll für selbstorganisierte Teams eine Umgebung geschaffen werden, in der sie ihre Aufgabe bestmöglich erledigen können. Um den Fortschritt in der Entwicklung des Umfelds nachzuvollziehen, ist in **Abbildung 25** dargestellt, welche Entscheidungsfreiheiten die Teams derzeit in ihrer Rolle genießen. Es stellt sich heraus, dass die meisten Teams selbstständig Abwesenheiten organisieren und Arbeitsinhalten festlegen dürfen. Das eigenverantwortliche Festlegen von Terminen sowie das Durchführen von Kundengesprächen fällt ebenfalls in den Verantwortungsbereich von mehr als der Hälfte der Teams. Die Genehmigung notwendiger Ausgaben fällt aktuell nur knapp mehr als einem Drittel der Teams zu. Es zeigt sich, dass in teaminternen Belangen die meisten Teams bereits viele Freiheiten besitzen. In Bereichen, die klassischer Weise den Verantwortungsbereich der Vorgesetzten tangieren, wie Budget oder Entwicklungsergebnisse, sinkt die Anzahl der Teams, die solche Freiheiten bereits genießen.

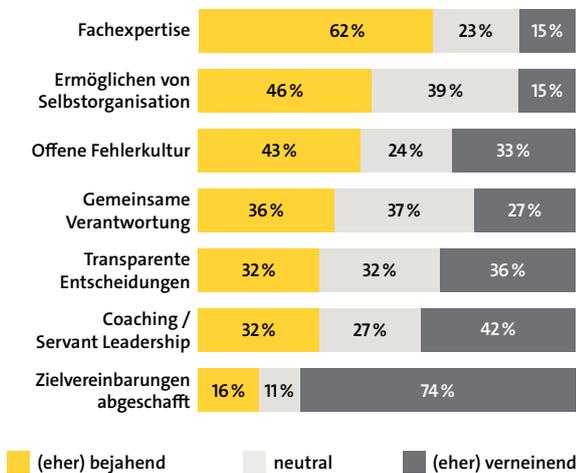


Abbildung 26: Merkmale des Führungsstils der Vorgesetzten, n = 94

Ein weiterer Aspekt, der für eine erfolgreiche agile Transformation essentiell ist, betrifft die Rolle der Führungskräfte. Hier gibt es auch Ansätze, die so weit gehen, mehrere Hierarchiestufen im System komplett abzubauen, um eine flache Hierarchie zu erreichen oder gar auf eine komplett hierarchiefreie Selbstorganisation umzustellen, wie es das Beispiel der Holokratie verlangt. In der Mechatronik ist die Rolle der Führungskraft noch eher klassisch geprägt, also Führen durch Vorbild, wie **Abbildung 26** zeigt. Die meisten Führungskräfte zeichnen sich durch *Fachexpertise* aus.

Das *Ermöglichen von Selbstorganisation* sowie eine *offene Fehlerkultur* werden von knapp der Hälfte der Teilnehmer bejaht, die *gemeinsame Verantwortung* sowie das *Darlegen von Entscheidungen auf transparente Weise* allerdings nur noch von gut einem Drittel. *Servant Leadership* als ein zentrales Element von Agilität, das über die Jahre immer stärker in den Fokus gerückt ist, wird erst 32% aller Führungskräfte derzeit attestiert. Diese Angaben erscheinen insofern stimmig, als dass auch erst ein ähnlicher Prozentsatz an Teams derzeit agil arbeitet. Das Festhalten an *Zielvereinbarungen* ist derzeit immer noch ein zentraler Aspekt der Unternehmenskultur und wird von nahezu drei Viertel aller Führungskräfte gelebt.

► „*Servant Leadership*“ bezeichnet hier eine neuartige Form von Führungsstil, in welcher der respektive die Vorgesetzte die Rolle einer „dienenden Führungskraft“ einnimmt. Das Ziel ist, dass die Führungskraft den Teammitgliedern insofern dienlich ist, als dass sie sie bestmöglich dort unterstützt, wo nötig, und nicht die Aufgaben top-down verteilt werden. Hier verlagert sich die Verantwortung von der Führungskraft in Richtung der Teammitglieder hin zu einer gemeinsamen Verantwortung.





Zentrales Hemmnis bleibt das Verständnis von Agilität.

Neue digitale Technologien werden nur zaghafte für das Prototyping genutzt – physische Prototypen überwiegen.

Wissenstransfer und Ausbildung sind die entscheidenden Erfolgsfaktoren für agile Entwicklung.

4 Herausforderungen & Lösungsansätze

Die Einführung und Umsetzung agiler Arbeitsweisen stellt einen Transformationsprozess dar, der Herausforderungen mit sich bringt. Um diese genauer zu spezifizieren, ist das vierte Kapitel in die folgenden beiden Bereiche unterteilt:

- Herausforderungen und Konflikte
- Hilfestellungen

4.1 Herausforderungen und Konflikte

Unternehmen, die mechatronische Produkte herstellen, sind in ihrer Produktentwicklung von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, wie in **Abbildung 27** dargelegt. Knapp zwei Drittel der Teilnehmer gaben an, dass ihre Unternehmen von externen Vorgaben wie Auditierungen oder Zertifizierungen abhängig seien. Diese Dependenz ist in der Software-Entwicklung, abhängig von dem entsprechend Produkt, ebenfalls vorzufinden, nimmt insbesondere in der Mechatronikentwicklung jedoch eine zentrale Rolle ein. Die folgenden Aspekte sind aufgrund ihrer Physis charakteristisch für die

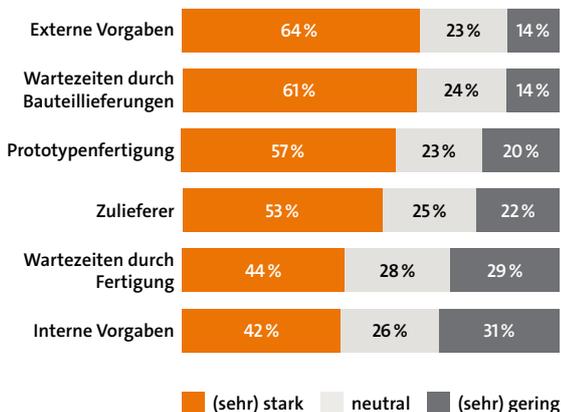


Abbildung 27: Abhängigkeiten in der Produktentwicklung, n = 98

Entwicklung von mechatronischen Produkten: Wartezeiten auf interne oder externe Partner oder Fertigungszeiten. Für mehr als die Hälfte der Unternehmen ergeben sich durch die Prototypenfertigung ebenfalls starke Abhängigkeiten, ähnlich wie durch Zulieferer. Für einen gewissen Anteil der Firmen (42%) ergeben sich durch interne Vorgaben wie Richtlinien oder Vorgaben auch stärkere Abhängigkeiten. Neben Prozessen und Verfahren stellt der Zugriff auf notwendige Komponenten daher für viele Firmen eine große Hürde dar.

Um die Herausforderungen zu ergründen, die agiles Entwickeln von physischen Produkten beeinträchtigen, haben wir die Teilnehmer nach den drei wichtigsten Hindernissen gefragt. Die zusammengefassten und gruppierten Ergebnisse sind in **Abbildung 28** aufgelistet. Das Verständnis agiler Entwicklung beziehungsweise die Sichtweise darauf wurden als die derzeit größten Hemmnisse identifiziert. Mit Abstand am häufigsten wurde hierbei die sogenannte Paradigmenverwirrung genannt, die die (Un-)Vereinbarkeit von agilen und klassischen Welten bezeichnet.

► *Paradigmenverwirrung beschreibt das Aufeinandertreffen verschiedener Sicht- respektive Denkweisen innerhalb eines Systems und die damit einhergehenden*



Abbildung 28: Hemmnisse agiler Entwicklung, Mehrfachnennung möglich, n = 87



Herausforderungen & Lösungsansätze

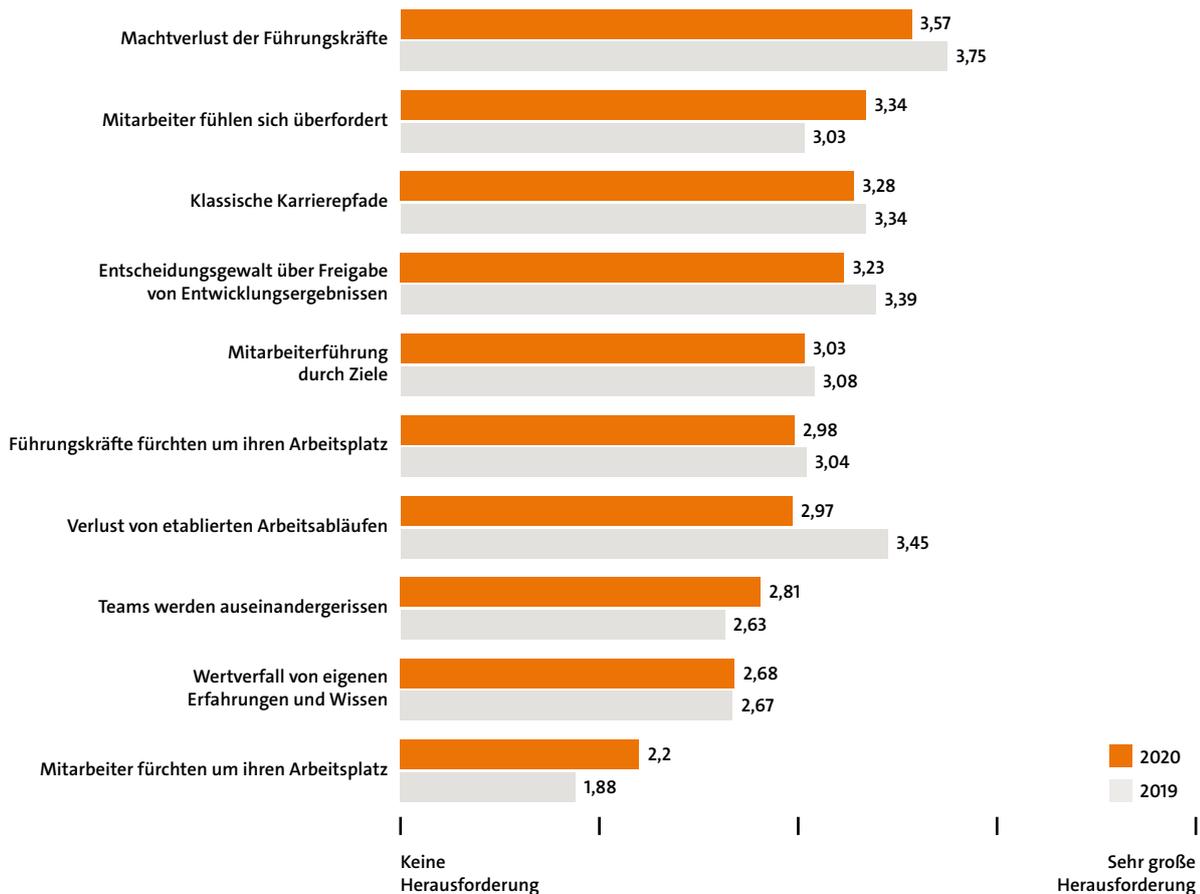


Abbildung 29: Konfliktpotentiale durch Einführung agiler Arbeitsweisen, 2020: n = 94, 2019: n = 77

Unsicherheiten. In der Produktentwicklung bezeichnet der Begriff den Fluss von Elementen aus der agilen Entwicklung in die klassische, bisher praktizierte Entwicklung und die daraus resultierende Verwirrung bei einigen der involvierten Personen (siehe Ovesen 2012).

Des Weiteren gibt es teils divergierende Sichtweisen auf die Thematik, sowohl von Mitarbeitern, als auch von Führungskräften. Das sogenannte Etablieren des richtigen Mindsets, sprich einer entsprechenden Geisteshaltung, gegenüber Agilität fällt ebenfalls hierunter. Auch Vorstellungen von Kunden, die bisher nicht agil gearbeitet haben, erweisen sich teilweise als Herausforderung. Ein zweiter Aspekt sind Restriktionen. Wie in **Abbildung 27** bereits erwähnt, können auch zeitliche Restriktionen aufgrund von Warte- bzw. Herstellungszeiten für physische Komponenten problematisch sein. Darüber hinaus stellen physische Restriktionen (die sogenannten „Einschränkungen der Körperlichkeit“) wie beispielweise das Aufteilen in zweckmäßige Inkremente oder physische Limitierungen (Bauräume) das agile Entwickeln vor große Aufgaben. Dieses Problem ist in der Software aufgrund ihres virtuellen Wesens nicht vorhanden. Fehlende Hilfsmittel werden nur von einem geringen Prozentsatz der Teilnehmer in diesem

Zusammenhang erwähnt.

Die zuvor angesprochene Paradigmenverwirrung aufgrund des Aufeinandertreffens von agiler und klassischer Welt resultiert (immer noch) in Konflikten sozialer Art. Die tatsächlich wahrgenommenen Konflikte sind in **Abbildung 29** dargestellt mit Referenz der entsprechenden Werte aus dem Vorjahr. Es fällt auf, dass viele Aspekte geringfügig niedriger als Herausforderung eingestuft wurden als im Jahr zuvor. Als eher größere Herausforderung wird derzeit noch der Machtverlust der Führungskräfte angesehen. Eine Zunahme im Vergleich zu 2019 ist bei dem Aspekt der Überforderung der Mitarbeiter zu verzeichnen, was angesichts der Ergebnisse aus **Abbildung 16**, die eine überwiegende Erleichterung im Arbeitsalltag widerspiegelt, Fragen aufwirft. Die Mitarbeiterführung durch Ziele sowie die Entscheidungsfreigabe über Entwicklungsergebnisse werden als moderater Konflikt eingestuft. Diese Punkte erscheinen bereits in **Abbildung 25 und 26**: Hier decken sich die Ergebnisse, da sich die meisten Teilnehmer oberhalb der Mitarbeiterebene befinden beziehungsweise als interne Berater fungieren. Eine deutliche Reduktion im Vergleich zum Vorjahr ist im Punkt „Verlust von etablierten Workflows“ zu verzeich-

Herausforderungen & Lösungsansätze

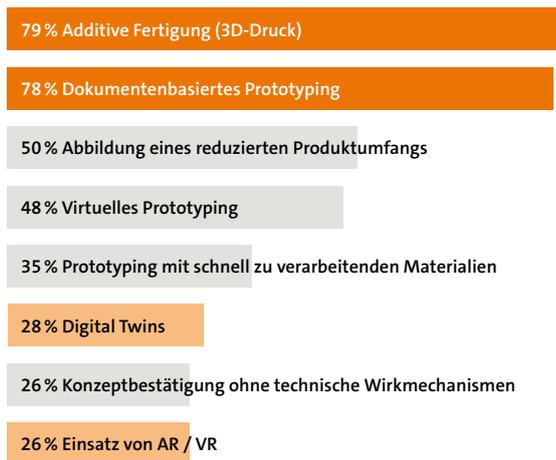


Abbildung 30: Genutzte Hilfsmittel für schnelles Prototyping, Mehrfachnennung möglich, n = 95

nen. Ein Werteverfall von eigenem Wissen und Angst um den Arbeitsplatz werden, wie letztes Jahr, als eher geringe Herausforderung angesehen.

4.2 Hilfestellungen

Neben der Betrachtung der Probleme und deren Implikationen werden in diesem Jahr auch erstmalig die Lösungsansätze der Unternehmen aufgezeigt. Hierzu wird in **Abbildung 30** die Verwendung bestimmter Hilfsmittel und Technologien betrachtet, um die Herstellung von Prototypen zu unterstützen respektive zu beschleunigen. Additive Fertigung (3D-Druck) ist hierbei die Technologie, die in einer großen Anzahl von Unternehmen bereits zum Standard in der Entwicklung gehört, ähnlich wie dokumentenbasiertes Prototyping mittels klassischer Methoden. Die Erstellung vertikaler Prototypen, also die Abbildung eines reduzierten Produktumfangs oder nur einer bestimmten Funktion, ist für die Hälfte der Unternehmen gängig. Ähnlich verhält es sich mit virtuellem Prototyping, also der Verwendung digitaler Werkzeuge. Ursprünglich für Analysezwecke gedacht, dienen die digitalen Modelle so auch der prototypischen Visualisierung von Produktartefakten. Eine eher neuartige Form des Prototyping, vor allem getrieben durch die Verwendung von Design Thinking, ist das Prototyping mit schnell verarbeitbaren Materialien wie Papier, Styropor oder ähnlichem. Gut ein Drittel der Unternehmen wendet jene Methoden bereits verstärkt an. Was den Aspekt der Digitalisierung betrifft, so ist die Anwendung von relativ neuartigen, digitalen Technologien wie Augmented und Virtual Reality bzw. die Verwendung von Digital Twins (digitalen Datenmodellen) eher noch nicht die Regel – in erst gut einem Viertel der Unternehmen finden diese Anwen-

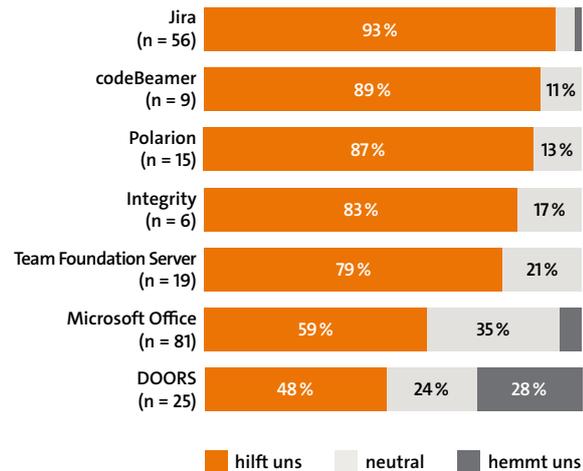


Abbildung 31: Unterstützung durch IT-Tools

nung. Auch Anschauungsmuster, Flächenmodelle und „Fake Prototypen“, also Konzeptbestätigungen ohne technische Wirkmechanismen, gehören für die meisten Firmen noch nicht zum Standardrepertoire. Die Digitalisierung birgt noch enormes Potential, das auch in der Mechatronikentwicklung von Nutzen sein kann.

Ein weiterer Aspekt, der untersucht wurde, war der Einsatz von digitalen Werkzeugen zur Unterstützung der Arbeit und insbesondere dem Anforderungs- und Projektmanagement, wie in **Abbildung 31** zu sehen ist. Interessant hierbei war festzustellen, welche IT-Tools genutzt werden und inwiefern diese den Entwicklungsprozess unterstützen. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass es trotz der breiten Tool-Landschaft einige wenige gibt, die vom Großteil der Teilnehmer verwendet werden. Hier anzuführen sind Jira und Microsoft Office. 93% der Teilnehmer empfinden die Nutzung von Jira als hilfreich. codeBeamer, Polarion, Integrity sowie Team Foundation Server (mittlerweile Azure DevOps Server) hingegen wurden nur von einer geringen Anzahl an Personen bewertet – keines davon wird als hinderlich empfunden, die meisten Personen sehen diese Programme als hilfreich an. DOORS hingegen wird nur von der Hälfte der Personen als hilfreich empfunden, mehr als ein Viertel stuft es sogar als nicht hilfreich ein. Anders sieht es mit den Programmen des Office Pakets aus, diese erhielten zwar nur eine Zustimmung von 59%, aber auch nur 6% Ablehnung. Hierzu muss erwähnt werden, dass mit 81 Personen die meisten Teilnehmer abgestimmt haben und das Office-Paket aus dem Blickwinkel mancher Teilnehmer keinen Vorteil aber auch keinen Nachteil, insbesondere für das Anforderungsmanagement, mit sich bringt. Des Weiteren umfasst das Office Paket eine Vielzahl an Programmen, die an dieser Stelle nur in ihrer Gesamtheit abgebildet werden.

Herausforderungen & Lösungsansätze

Somit ist festzuhalten, dass der Einfluss fast aller dargestellten IT-Werkzeuge von den Teilnehmern zumindest als nicht hemmend empfunden wird, im Gegenteil die meisten davon sogar sehr hilfreich für die Teilnehmer sind.

Abschließend sind in **Abbildung 32** die Maßnahmen dargestellt, die ein Unternehmen treffen kann, um die agile Entwicklung aktiv zu fördern. Hier war eine freie Nennung möglich und die Ergebnisse sind in Kategorien zusammengefasst. Der ausnahmslos von allen Teilnehmern bestätigte Aspekt ist der Wissenstransfer. Hierunter fallen Schulungen für Mitarbeiter und Führungskräfte gleichermaßen. Ein weiterer Punkt ist das Coaching als interner Wissenstransfer oder durch Beratung von extern. Der Erfahrungsaustausch beispielsweise mit anderen Unternehmen oder Partnern wird ebenfalls als sehr wichtig eingestuft. 39% der Teilnehmer stufen eine immaterielle Unterstützung, hier als gelebte Unternehmenskultur bezeichnet, ebenfalls als sehr hilfreich an. Hierunter zählen unter anderem eine offene Fehlerkultur sowie ein Aussprechen von Vertrauen gegenüber den Mitarbeitern – „employee empowerment“ ist hier das Stichwort. Wer Fehler machen darf und eine gewisse Sicherheit von den Vorgesetzten genießt, ist auch bereit, unkonventionelle Wege zu gehen oder Ideen auszuprobieren. Mehr als ein Viertel der Teilnehmer hat zudem Aspekte angeführt, die sich unter unterstützenden Maßnahmen zusammenfassen lassen. Hierbei geht es einerseits um Hilfsmittel wie Software- und Hardware-Tools als auch andererseits um methodische Tools wie zum Beispiel ein Kanban-Board oder der Aufbau eines InnovationsHubs. Ein weiterer Aspekt ist das Bereitstellen von ausreichenden Ressourcen, sei es hinsichtlich von Arbeitskräften oder von entsprechenden Räumlichkeiten, in denen separat gearbeitet werden kann. Ein aktives Change-Management wird ebenfalls von knapp einem Viertel der Teilnehmer angeführt. Hierunter fallen die gewollte Einführung und Etablierung agiler Arbeitsweisen mit Support aus der Führungsriege. Die Durchführung von

Pilotprojekten schließt sich daran an, da somit die ersten Erfahrungen mit der Thematik gesammelt werden können.



Abbildung 32: Hilfestellung zur Förderung agiler Arbeitsweisen, Mehrfachnennung möglich, n = 74



Die Mehrheit der Teilnehmer hat die Pilotierungsphase hinter sich gelassen und skaliert agile Arbeitsweisen.

Die größten Herausforderungen liegen in der Koordination & Kommunikation.

Die Teilnehmer sind sich einig: Vertrauen und Unterstützung sind essentiell für eine erfolgreiche agile Skalierung.

5 Skalierung

Nachdem in den vorangegangenen Jahren Skalierung als zunehmend wichtiger Aspekt agiler Entwicklung physischer Produkte identifiziert wurde, wird in der vorliegenden Studie die Skalierung erstmals als eigenständiger Forschungsblock untersucht. Das Kapitel unterteilt sich in die folgenden Bereiche:

- Verständnis des Skalierungsbegriffs sowie Herausforderungen in diesem Zusammenhang
- Anwendung und Anpassung
- Handlungsfelder und Einbeziehung weiterer Bereiche

5.1 Verständnis und Herausforderungen

Sobald agile Entwicklung über die Anwendung deziderter agiler Methodiken in unabhängigen Teams hinausgeht, wird von Skalierung agiler Arbeitsweisen gesprochen. Diese beinhaltet in der Unternehmenspraxis ein breites Spektrum an Ausprägungen. Daher wird vorab dargestellt, was die Teilnehmer unter dem Begriff Skalierung verstehen. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 33** dargestellt und zeigen ein vielschichtiges Bild auf. Zentrales Element agiler Skalierung ist dabei

die Zusammenarbeit agiler Teams innerhalb oder über Organisationseinheiten hinweg. Die Hälfte der Teilnehmer sieht beide Aspekte als charakteristisch für die Skalierung. Lediglich 15% definieren agile Skalierung als eine Vielzahl agiler Teams, die unabhängig voneinander arbeiten. 38% der Teilnehmer gehen sogar über die Zusammenarbeit von agilen Teams hinaus und verstehen unter Skalierung bereits agile Organisationsstrukturen. Daneben sieht ein Viertel der Teilnehmer vollständig agile Projekte inklusive agiler Führungsstrukturen als charakteristisch für agile Skalierung.

Die Ergebnisse zeigen, dass bei dem Begriff Skalierung in der Praxis nicht trennscharf differenziert wird, da unterschiedliche Aspekte stark zusammenhängen. Zentrale Ausprägung ist die Zusammenarbeit agiler Teams, die durch Abhängigkeiten zueinander geprägt ist. Diese Abhängigkeiten sind ein wesentlicher Aspekt, weswegen agile Skalierung über die unabhängige Anwendung agiler Methodiken in mehreren Teams hinausgeht. Weitere Ausprägungen von Skalierung sind unter anderen die umfassende Umstellung der Entwicklungsteams zu agilen Arbeitsweisen sowie die Anpassung der Führungsstrukturen als Schritt zur agilen Organisation.

Um die Herausforderungen agiler Mechatronikentwicklung in der Skalierung spezifizieren zu können,

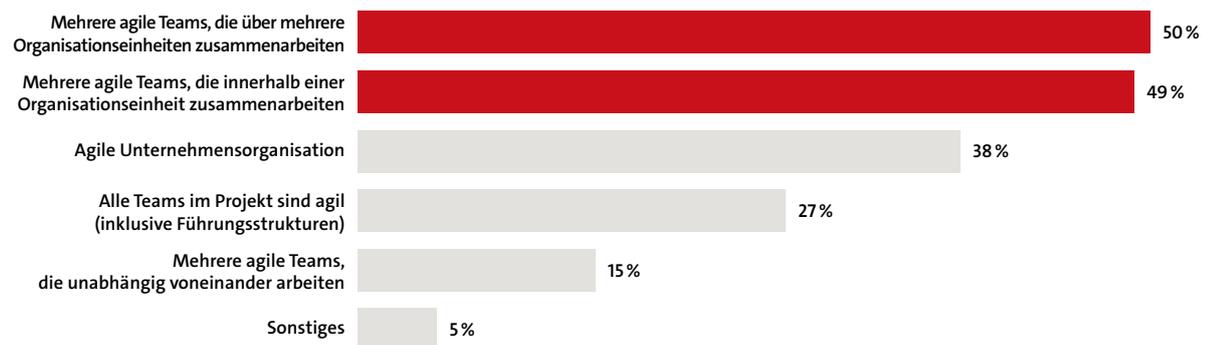


Abbildung 33: Verständnis agiler Skalierung, Mehrfachnennung möglich, n = 111

Skalierung



Abbildung 34: Skalierungsherausforderungen, Mehrfachnennung möglich, n = 44

sind in **Abbildung 34** die Antworten der Teilnehmer zusammenfassend dargestellt. Hier hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, Herausforderungen frei zu benennen, die sie mit der Skalierung verbinden beziehungsweise selbst erfahren haben. Dabei haben sich sowohl die Kommunikation zwischen selbstorganisierten und autonomen agilen Teams als auch deren Koordination mit 75% als die größte Herausforderung abgezeichnet. Hierunter wurden oftmals Abstimmungs- und Synchronisationsprobleme genannt und damit einhergehend ein erhöhter Kommunikationsaufwand, der zu einer Reduktion der Geschwindigkeit führt. Zudem gaben 43% der Teilnehmer ein mangelndes Verständnis und eine fehlerhafte Umsetzung als Schwierigkeiten agiler Skalierung an. Es treten Unklarheiten in den Rollen und Verantwortlichkeiten auf, die Anbindung an die klassischen Strukturen und Prozesse verursacht Reibungsverluste und die agilen Prinzipien werden teilweise nicht konsequent eingehalten. Einige Teilnehmer gaben zudem divergierende Priorisierungen zwischen den Bereichen oder eine mangelnde Zielsetzung an. 18% der Teilnehmer sind außerdem mit Problemen bezüglich einem Mangel an Wissensaustausch beziehungsweise einer nicht ausreichenden Ressourcenallokation (Bedarf an verfügbaren Ressourcen) konfrontiert.

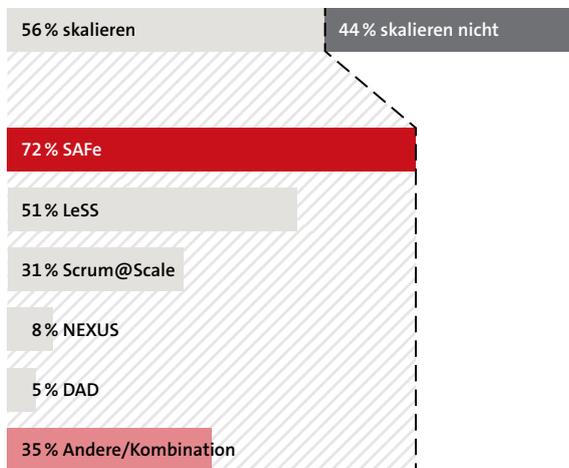


Abbildung 35: Skalierungsanteil und eingesetzte Frameworks, Mehrfachnennung möglich, n = 72

5.2 Anwendung und Anpassungen

Da die agile Softwareentwicklung derer von physischen Produkten zeitlich voraus ist, bestehen die Herausforderungen durch Skalierung hier bereits länger. Als Antwort darauf wurden bereits agile Skalierungsframeworks entwickelt. Interessanterweise schränkt ein Teil der Frameworks die Anwendbarkeit nicht auf die Entwicklung von Software ein, sondern betont die breite Verwendbarkeit, inklusive in der Entwicklung physischer Produkte. Inwiefern Skalierungsframeworks in der Mechatronikentwicklung Verwendung finden, ist in **Abbildung 35** dargestellt. Es zeigt sich, dass bereits 56% der Teilnehmer mit verschiedenen Frameworks skalieren, der Rest skaliert (noch) nicht. Von den Unternehmen unserer Teilnehmer, die bereits skalieren, verwenden 72% Aspekte aus SAFe, 51% Teile aus LeSS und 31% Elemente von Scrum@Scale. Aspekte von Nexus und DAD kommen bei 13% der Teilnehmer zum Einsatz. Zudem geben 35% der skalierenden Teilnehmer an, andere Skalierungsframeworks oder Kombinationen der genannten Frameworks zu nutzen.

► Die Frameworks unterscheiden sich deutlich in der Ausprägung der beschriebenen Entwicklungsstrukturen. Während SAFe umfangreich die resultierende Unternehmensorganisation und -strukturen definiert, beinhalten die meisten anderen Frameworks vielmehr grundsätzliche Skalierungsprinzipien. Abgesehen von DAD beruhen alle Skalierungsframeworks auf Scrum. DAD unterscheidet sich außerdem dahingehend, dass es eine Vielzahl an Elementen anderer Methodiken in einem sogenannten Toolkit bereitstellt und mögliche Optionen vorschlägt. Die Präferenz für SAFe könnte einen initialen Bedarf an vorgegeben Strukturen und Praktiken in der Umsetzung der Skalierung andeuten, da individuelle Erfahrungen noch nicht verfügbar sind. Die vorgegebenen Strukturen erinnern zudem an die bekannten Entwicklungsvorgehen der sequentiellen Entwicklungsmodelle.

Abbildung 36 zeigt, dass zwei Drittel der Teilnehmer nur ein dediziertes Framework nutzen. 15% kombinieren zwei unterschiedliche Skalierungsframeworks und

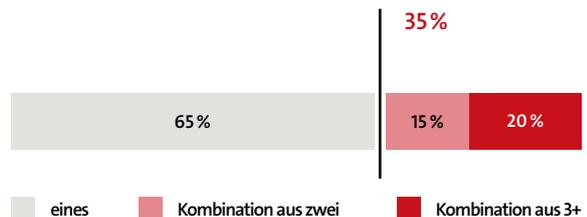


Abbildung 36: Kombination von Skalierungsframeworks, n = 72



Skalierung

20% der Teilnehmer geben an, dass sie mindestens drei verschiedene Skalierungsframeworks verwenden. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die bestehenden Skalierungsframeworks, die einst für die Softwareentwicklung konzipiert wurden, methodische Lücken für den Kontext der physischen Produktentwicklung aufweisen – daher müssen jene entsprechend angepasst werden. Die Teilnehmer reagieren darauf offensichtlich durch die Kombination von unterschiedlichen Frameworks oder zumindest verschiedener Elemente hieraus. Diese Neukombinationen legen nahe, dass die Komponenten der Skalierungsframeworks auch als individuelle Blöcke funktionieren können und nicht nur in der ganzheitlichen Anwendung der Frameworks.

Wie in **Abbildung 37** zu sehen ist, passen lediglich 18% der Teilnehmer die bestehenden Skalierungsframeworks nicht oder nur zu geringen Teilen an. Die verbleibenden 82% nehmen deutliche Veränderungen an den Skalierungsframeworks vor und 18% davon haben den ursprünglichen Aufbau komplett angepasst. Die bestehenden Skalierungsframeworks aus der Softwareentwicklung werden zwar umfänglich eingesetzt, entsprechen aber nicht umfassend den Anforderungen der Mechatronikentwicklung. Im Vergleich zum Anpassungsgrad der agilen Methodiken in **Abbildung 20** (siehe **Kapitel 3**) fällt auf, dass die Skalierungsframeworks noch stärker angepasst werden müssen.

► Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Entwicklung physischer Produkte Rahmenbedingungen aufweist, die in bestehenden Skalierungsframeworks nicht adressiert werden. Anhand des hohen Anteils an Teilnehmern, die die Frameworks deutlich anpassen, liegt der Schluss nahe, dass die Entwicklung physischer Produkte heterogener ist, sodass ein breiterer Entwicklungskontext abgedeckt werden muss. Zusammenfassend kann

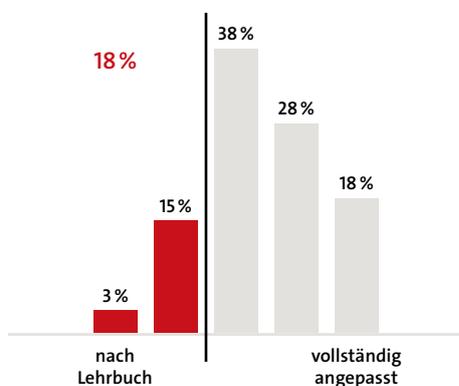


Abbildung 37: Anpassungsgrad der verwendeten Skalierungsframeworks, n = 40

formuliert werden, dass die skalierte agile Entwicklung in der Mechatronik Erweiterungen und Ergänzungen der bestehenden Frameworks erfordert.

5.3 Handlungsfelder und Einbeziehung weiterer Bereiche

Die Skalierung agiler Vorgehensmodelle in der Entwicklung physischer Produkte erfordert Anpassungen sowohl direkt in der Produktentwicklung als auch in der Organisationsstruktur und betrifft ein breites Spektrum der Unternehmensprozesse. Über 80% der Teilnehmer bewerten Anpassungen in der Führungskultur, der Organisationslogik, der Produktintegration und der Zusammenarbeit agiler und nicht-agiler Organisationseinheiten als wichtig (siehe **Abbildung 38**). Dazu muss die Führungskultur hin zu selbstorganisierten Teams mit einer gemeinsamen Verantwortung zwischen Führungskraft und Teams weiterentwickelt werden (vergleiche **Abbildung 26** in **Kapitel 3**). Die Organisationslogik der Unternehmen erfordert Anpassungen bezüglich der Rollen, der Zugehörigkeiten und der Hierarchie. Die aufwändigere Produktintegration und Absicherung physischer Produkte erfordert schnelle Feedbackschleifen und bereichsübergreifende Kollaboration. Außerdem darf die Zusammenarbeit agiler und nicht-agiler Organisationseinheiten nicht durch inkonsistente Schnittstellen oder vorgehensspezifische Unterschiede gefährdet werden.

Fast drei Viertel der Teilnehmer sehen zudem die Notwendigkeit für Adaptionen der Produktarchitektur. Jene ist dabei der zentrale Stellhebel, um resultierende Abhängigkeiten zwischen Entwicklungsteams bereits in der Konzeption zu vermeiden. Eine Neubewertung

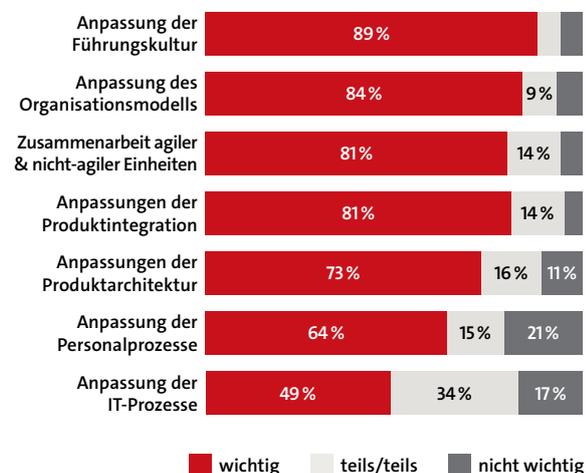


Abbildung 38: Relevanz von Anpassungen für die Skalierung, n = 71



Skalierung

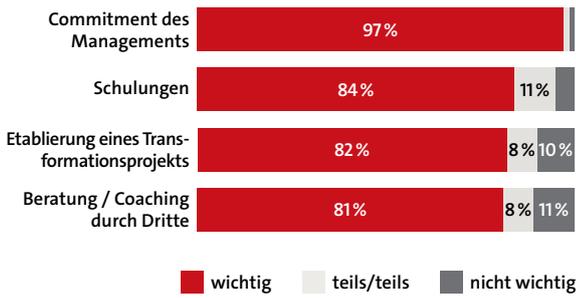


Abbildung 39: Relevanz von Hilfestellungen für die Skalierung, n = 73

der Auswirkung der Produktarchitektur inklusive der organisatorischen Einschränkungen scheint notwendig. Sowohl Personal-, als auch IT-Prozesse, sind relevante, unterstützende Prozesse, die zur Befähigung skalierter agiler Entwicklung physischer Produkte notwendig sind.

Die Ausweitung agiler Arbeitsweisen in der Organisation bzw. über mehrere Teams hinweg bedarf auch entsprechender unterstützender Maßnahmen. Wie **Abbildung 39** zeigt, sind sich die Teilnehmer einig, dass das Commitment des Managements eine hohe Relevanz für eine erfolgreich agile Transformation besitzt. Davon abgesehen wird auch hier der Aspekt der aktiven Lernunterstützung durch Schulungen von der großen Mehrheit befürwortet. Arbeiten nach agilen Arbeitsweisen ist für viele Personen neu und daher ungewohnt, weswegen auch hier eine entsprechend Ausbildung erfolgen muss. Ein weiterer, hilfreicher Aspekt ist die Durchführung eines Transformationsprojekts, um

die Teilnehmer mit „auf die Reise“ zu nehmen. Auch hier wird, wie bei den genannten Hilfestellungen zuvor, eine Beratung bzw. ein Coaching durch Dritte befürwortet. Eine Umstellung der Strukturen und Prozesse wirft Fragen auf, die beantwortet werden wollen, da sich Ungewissheit sonst oftmals in eine hinderliche Resignation oder Ablehnung wandelt.

Um das Kapitel Skalierung abzuschließen, wollen wir zeigen, in welchen weiteren Unternehmensbereichen agile Ansätze genutzt werden. Dabei spiegelt **Abbildung 40** deutlich eine Konzentration auf die produkt-nahen Unternehmensbereiche. Während in Forschung und Vorentwicklung in der Teilnehmergruppe agiles Arbeiten zu 76% bereits umgesetzt wurde oder gerade umgesetzt wird und weitere 18% die Umsetzung planen, verbleiben nur 6%, die agiles Arbeiten nicht vorsehen. In der Produktion arbeiten oder planen bereits 51% mit agilen Ansätzen, in der Geschäftsführung sind es 46%. Außerhalb dieser Bereiche nimmt der Anteil an nicht agil arbeiteten Bereichen (das heißt, auch nicht geplant) über Personal (60%) bis hin zu Recht (87%) weiter zu. Aus diesen Daten wird deutlich, dass sich agile Arbeitsweisen von der Entwicklung, der Geschäftsführung und der Produktion langsam auf die anderen Bereiche einer Unternehmung ausdehnen. Ob letztlich alle Bereiche eines Unternehmens agil arbeiten werden, werden die Ergebnisse der kommenden Jahre zeigen.

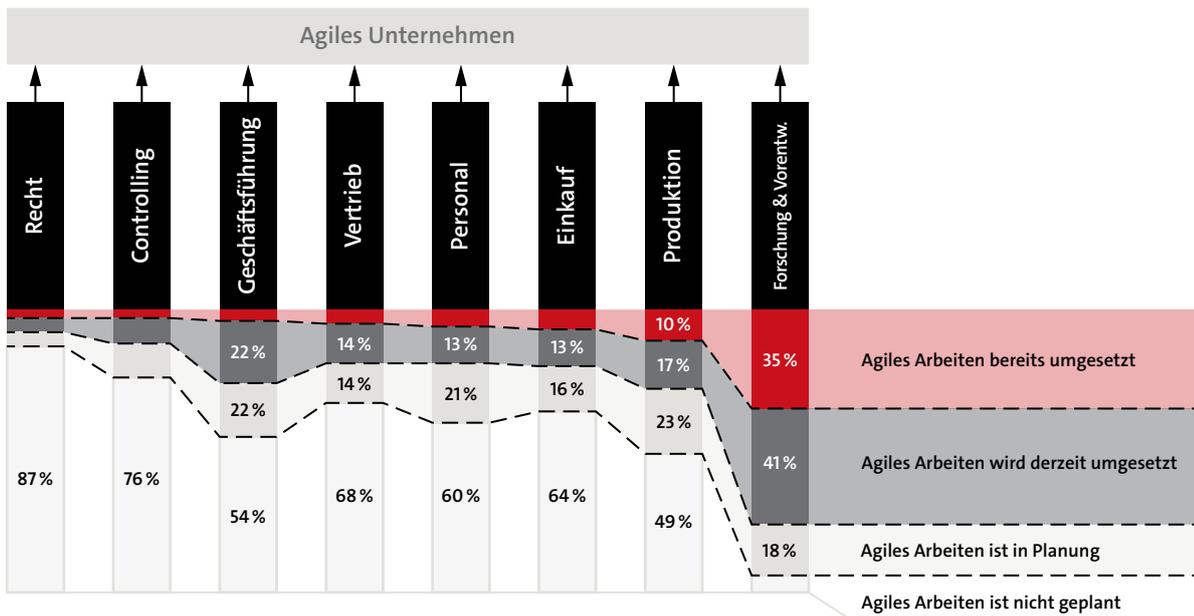


Abbildung 40: Einbindung weiterer Unternehmensbereiche, n = 61, 67, 68, 65, 67, 69, 77, 111 (v.l.n.r.)



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 48 Fragen in fünf Bereichen analog zu den vorliegenden Kapiteln. Im Vergleich zum Vorjahr wurde aufgrund des höheren Umfangs das Augenmerk auf ein ansprechendes, modernes Layout der Umfrage gelegt. Des Weiteren sollte durch kurze Einführungstexte in den einzelnen Bereichen der Lesefluss gesteigert sowie ein kurzweiliges Beantworten sichergestellt werden. Die Umfrage wurde insgesamt auf einer 5-Punkt Likert-Skala mit einem Durchschnittswert von 3,47 als „eher interessant“ bewertet. Zur Freude des Autorenteam gab es keinen Teilnehmer, dem die Umfrage nicht gefallen hat.

Im Vergleich zu den Vorjahren, ist der Fragenanteil im Demografie-Teil gestiegen, um ein klareres Bild über den Kenntnisstand der Unternehmen sowie der einzelnen Teilnehmer zu erlangen. Außerdem ist im Vergleich zum Vorjahr auf das „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. Aus selbigem Grund ist daher auch keine Timebox mehr angeboten worden. Die durchschnittliche Beantwortungsdauer des Fragebogens betrug 25 Minuten.

Verteilung

Die Umfrage war im Zeitraum von Oktober 2019 bis Anfang Januar 2020 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, Xing und speziellen Facebook-Gruppen verteilt. Insgesamt haben 125 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. Zahlenwerte wurden 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. ► *Kommentare der Autoren* wurden als solche gekennzeichnet.



Über die Autoren



Universität der Bundeswehr München

Institut für Technische
Produktentwicklung

Institut für Technische Produktentwicklung (ITPE)

Am Institut forschen wir an komplexen sozio-technischen Systemen und deren sinnvolle Integration in die Produktentwicklung. Für die Beschreibung dieser Systeme entwickeln wir Methoden zur kontextspezifischen Nutzung von Model-Based Systems Engineering, die sowohl Produktstrukturen als auch prozessgetriebene Informationsflüsse in den Entwicklungsprozessen abbilden. Gleichzeitig koppeln wir klassische prozessanalytische Ansätze mit Methoden der Netzwerktheorie, um Daten- und Informationsflüsse im Unternehmen zu verstehen und zu analysieren. Diese Methodenverknüpfung dient der Optimierung von IT-Strukturen und der Unterstützung von Kommunikations- und Kooperationsprozessen in der Entwicklung. Zunehmend dynamische Entwicklungsbedingungen erfordern eine grundsätzliche Umstrukturierung der Produktentwicklung hinsichtlich Transparenz, Anpassungsfähigkeit und Reaktionsgeschwindigkeit. Dementsprechend haben wir agile Entwicklungsansätze in den Mittelpunkt unserer Forschungsaktivitäten gestellt.



AGENSIS Management Consultants

AGENSIS wurde 2002 in München gegründet und widmet sich der Optimierung von Produktentwicklungssystemen und dem F&E-Management. Das im Laufe der Jahre aufgebaute Kundenportfolio umfasst sowohl Global Player als auch mittelständische Unternehmen, die jeweils einen starken Technologie- und Ingenieursfokus haben. AGENSIS unterstützt seine Kunden durch Kompetenz und ein spezialisiertes Tool-Set, das auf Konzepten und Methoden aus agile und lean basiert. Unsere erfahrenen Teams decken und unterstützen alle Bereiche der Mechanik-, Mechatronik- und Softwareentwicklung sowie die entsprechenden Prozessbereiche Projektmanagement, Einkauf, Vertrieb und Fertigung ab. In unseren Projekten beraten und begleiten wir sowohl die Belegschaft als auch das Management unserer Kunden bei der Analyse des Status quo und dem Wandel hin zu effizienteren und wettbewerbsfähigeren Produktinnovatoren und Technologieführern. Das Streben nach Exzellenz ist unser Ansporn, unsere Kunden in der Produktentwicklung auf nachhaltige Werte auszurichten.

Das Team hinter der Studie bedankt sich recht herzlich bei allen Teilnehmern!

Besonders erwähnen möchten wir zudem unsere Unterstützer Dr. Tobias Schmidt (Webasto), Christoph Gerling (Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft) und den Verein Deutscher Ingenieure.



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 2020er Ausgabe liegt der Fokus auf den Bereichen Verständnis, Anwendung, Herausforderungen und Lösungsansätze sowie der Skalierung. 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

