



# AGILE ENTWICKLUNG PHYSISCHER PRODUKTE

Eine Studie zum Stand in der industriellen  
Praxis während der COVID-19-Pandemie

Simon J. Nicklas, Marvin Michalides, Alexander Atzberger,  
Stefan Weiss, Kristin Paetzold

2021

**Zitation**

Nicklas, S.J., Michalides, M., Atzberger, A., Weiss, S., Paetzold, K. (2021), Agile Entwicklung physischer Produkte: Eine Studie zum aktuellen Stand in der industriellen Praxis während der COVID-19-Pandemie, Universität der Bundeswehr München, Neubiberg, Deutschland.  
[https://doi.org/10.18726/2021\\_3](https://doi.org/10.18726/2021_3)

**ISBN: 978-3-943207-59-0**

**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](mailto: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.

© 2021 Institut für Produktentwicklung, Universität der Bundeswehr München, Deutschland.

## Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser,

wie in den vorausgegangenen Jahren liegt auch für das Jahr 2021 unsere Studie zur AGILEN ENTWICKLUNG PHYSISCHER PRODUKTE vor. Die Studie hat in einer außergewöhnlichen Zeit stattgefunden. Nicht nur dass die bekannten Herausforderungen zur schnelleren und zielgerichteten Produktentwicklung bestehen blieben, die Verwerfungen der COVID-19 Pandemie haben alle nahezu alle gewohnten Zusammenarbeitsroutinen der Produktentwicklung massiv gestört oder sogar verunmöglicht. Die internen wie externen Schnittstellen und Organisationsansätze mussten neu gedacht und aufgesetzt werden. Der Ruf und das Streben nach Agilität in der Produktentwicklung ist deutlich lauter geworden. Was früher noch als übertriebener Hype belächelt wurde, ist nun zur Bedingung geworden.

Die Herausforderungen für die Beschleunigung der Entwicklung physischer Produkte, seien es rein mechanische oder mechatronische oder solche mittels diversifizierter Leistungsbündel, sind von besonderer Art. Die Körperlichkeit erzeugt Randbedingungen und Einschränkungen, die eine Softwareentwicklung nicht kennt. Hieraus ergeben sich Fragen zur Operationalisierung der agilen Vorgehensweisen und Frameworks, welche nach wie vor stark für die Software-Entwicklung entworfen sind. Die Studie liefert hier wichtige und aktuelle Einblicke, wie sich die Anwendbarkeit in der physikalisch-mechatronischen Produktentwicklung und der industriellen Praxis bewerkstelligen lässt, beziehungsweise wo Anpassung, Augenmaß und Vorsicht geboten sind. Diese Fokussierung auf die Wechselwirkungen zwischen Agilen Methoden, Tools, Rollen und andere mehr mit den Einschränkungen der Körperlichkeit macht den Unterschied zu vielen anderen Studien. Aus Rückmeldungen zu den vorausgegangenen Studien und begleitenden Veröffentlichungen wissen wir, dass die Ergebnisse mittlerweile internationale Beachtung erhalten.

Das Angebot des Autorenteam ist die Bereitstellung einer querschnittlichen und abgesicherten Vergleichsbasis und das Aufzeigen von Trends. Die vereinzelt an uns herangetragene Erwartung, eine Rezeptur für eine Transformation zu erhalten, wird enttäuscht werden, da sie nicht intendiert ist. Der Ansatz des Erkennens und der Reflexion auf Basis anerkannter Forschungsexpertise und langjähriger Erfahrung für die Praxis der industriellen Produktentwicklung ist nach wie vor unsere leitende Gestaltungs- und Nutzenperspektive. Die Beschreibung großartiger Erfolgsgeschichten in Kombination mit oftmals fragwürdiger Stichprobenbasis in Gestalt funkelnder Benchmark-Studien überlassen wir anderen.

Ein besonderer Dank gilt den Teilnehmern der Umfrage. Sie haben ihre Zeit und ihr Wissen der Gemeinschaft zur Verfügung gestellt, um die Fragen zu studieren und zu beantworten. Diese Bereitschaft ist außerordentlich und nicht selbstverständlich. Hierfür nochmals unseren Dank. Wir wertschätzen die Mühe und das darin enthaltene Vertrauen sehr und betrachten es als Ansporn und Aufforderung zur Fortführung der Arbeiten.

Mit den gelieferten Antworten und Auswertungen liegen nun erneute tiefe und detaillierte Einblicke in die industrielle Praxis der Agilen physischen Produktentwicklung vor, die wir gerne mit allen Interessierten teilen und für die Weiterführung der Forschung verwenden werden. Über Anregungen zur Fortführung unserer Studienserie oder Beiträge zur Reflexion und Diskussion würden wir uns sehr freuen.

Wir wünschen allen Lesern ein anregende Lektüre und viel Freude beim Lesen und in der Reflexion der Ergebnisse.

Im Namen des Autorenteam  
Dr.-Ing. Stefan Weiß

*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 verzichtet.*

## Executive Summary

Die diesjährige Querschnittstudie erfasst den aktuellen Stand der Anwendung und Umsetzung der agilen Produktentwicklung physischer Produkte während der COVID-19-Pandemie, welche sowohl branchenübergreifend als auch global für Unternehmen von großer Relevanz war. Weltweit stellte die Pandemie Unternehmen vor zu bewältigende Aufgaben, die abseits des bekannten Normalzustandes abliefen. Die vorliegende Studie erfasst hierbei im Kern den deutschsprachigen Raum mit dem Ziel, interessierten Personen und Organisationen einen möglichen Bezugsrahmen anzubieten, mit dem die eigenen Erfahrungen in Folge der Pandemie referenziert werden können. Laufende Transformationen und Planungen können geprüft, Entscheidungen und Vorgehensweisen abgesichert und gesammelte Erfahrungen eingeordnet werden.

Seit den Studien der Jahre 2018 [1], 2019 [2] und 2020 [3] sind gleichermaßen wissenschaftliche Erkenntnisse als auch praktische Umsetzungserfahrungen der Studienpartner regelmäßig in das Design der Studie eingeflossen. Als Online-Befragung durchgeführt, konnte eine Stichprobe mit 126 Teilnehmern aus circa 70 Unternehmen der fertigen Industrie realisiert werden (⇒ **Demografie**). Mit 27 Detailfragen in den vier Themenfeldern ⇒ **Verständnis**, ⇒ **Anwendung**, ⇒ **Prototypen im agilen Umfeld** sowie ⇒ **COVID-19-Pandemie** wurden die Informationen erhoben. Auch in der Studie 2021 werden interessante, facettenreiche und neutrale Einblicke in die industrielle Praxis der agilen Produktentwicklung physischer Produkte präsentiert.

Aus Sicht des Autorenteam sind folgende komprimierten Ergebnisse und Tendenzen erkennbar:

- Agile Produktentwicklung ist weiterhin attraktiv und wächst. Agile und hybride Projektarbeit nimmt in der Summe zu. Zeiträume von drei bis fünf Jahren sind für erfolgreiche Umsetzungen einzuplanen und unterscheiden Anfänger von Fortgeschrittenen.
- Methodisch dominieren Scrum, Kanban und Design Thinking weiterhin das Feld und haben sich über die Jahre zum Quasi-Standard entwickelt. Skalierungsframeworks basieren in der Regel auf Scrum. Nichtsdestotrotz sind Anpassungen der Methoden und Vorgehensmodelle seitens der Studienteilnehmer oftmals nötig. Die Übernahme einer Methodik nach Lehrbuch oder das Kopieren aus Vorlagen scheint nicht zielführend zu sein.
- Wechselwirkungen zur physischen Natur der Produkte sind als Schwierigkeit bekannt und benannt. Mehrheitlich werden der agilen Produktentwicklung längere Iterationsdauern und schwierigere Zusammenarbeit attestiert. Modularisierung und Schnittstellenstandardisierung sind perspektivisch wichtige Verbesserungsoptionen.
- Die Mehrheit der Studienteilnehmer attestieren den Elementen *Motivation der Personen, gegenseitiges Verständnis und Vertrauen zwischen Mitarbeitern, positivere Fehler- und Lernkultur, verbesserte Kommunikation und interdisziplinäre Zusammenarbeit* einen hohen Stellenwert im Rahmen der agilen Produktentwicklung.
- Die Studienteilnehmer schätzen über Jahre hinweg den Nutzen der agilen Produktentwicklung insbesondere durch die verbesserte teaminterne Kommunikation, die erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit, die gesteigerte Transparenz im Unternehmen und die erhöhte Flexibilität, um auf Änderungen reagieren zu können.
- Der Einsatz von Prototypen innerhalb der agilen Produktentwicklung wirkt unterstützend in den einzelnen Bereichen des Produktentstehungsprozesses. Der Einsatz von Prototyping ist in der physischen Welt Standard, erfolgt jedoch häufiger erst in späteren Entwicklungsabschnitten des Produktentstehungsprozesses. Weiterhin erleichtert Prototyping erwartungsgemäß die Kommunikation mit Stakeholdern und Kunden.
- Agile Produktentwicklung reicht von Einzelprojekten über skalierte Frameworks und hat sich auch im Zuge der COVID-19-Pandemie als erfolgversprechende Entwicklungsphilosophie herauskristallisiert. Koordination und Kommunikation zwischen agilen Teams bleiben auch während der Pandemie die am Häufigsten genannten Herausforderungen.
- Die Werte des agilen Manifests behalten auch während der COVID-19-Pandemie ihre Gültigkeit. Ferner scheint durch letztere eine Änderung hinsichtlich der konventionellen Präsenzarbeit wahrscheinlich.

Insgesamt zeigt die Studie, dass das Konzept „Agile Produktentwicklung“ in der physikalischen Welt der Produkte trotz der einschränkenden COVID-19-Pandemie weiter voranschreitet, eigene Pfade und Prägungen ausbildet und gegenüber der Software-Welt aufholt. Ein Abklingen der Veränderungsbemühungen ist nicht erkennbar.

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>3</b>	
<b>Executive Summary</b>	<b>4</b>	
<b>1 Demografie</b>	<b>6</b>	
1.1 Die Region	6	
1.2 Die Unternehmen	6	
1.3 Die Teilnehmer	7	
1.4 Die Produkte	8	
<b>2 Verständnis</b>	<b>10</b>	
2.1 Fokus und Bedeutung	10	
2.2 Nutzen	12	
<b>3 Anwendung</b>	<b>14</b>	
3.1 Erfahrung und Zusammenarbeit	14	
3.2 Aktuelle und zukünftige Anwendung agiler Vorgehensmodelle	16	
<b>4 Prototypen im agilen Umfeld</b>	<b>18</b>	
<b>5 COVID-19-Pandemie</b>	<b>22</b>	
5.1 Auswirkungen der Pandemie	22	
5.2 Agiles Arbeiten während der Pandemie	23	
<b>Methodik</b>	<b>25</b>	
Design der Studie	25	
Verteilung	25	
Auswertung und Darstellung	25	
<b>Quellenverzeichnis</b>	<b>26</b>	
<b>Über die Autoren</b>	<b>27</b>	



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

**Ein Gros der Teilnehmer ist innerhalb der Entwicklungsabteilung beschäftigt, entwickelt jedoch nicht selbst.**

**Ein Drittel der Teilnehmer sieht sich als Experte in der agilen Entwicklung.**

## 1 Demografie

Zunächst wollen wir einen Blick auf die demografische Zusammensetzung der Teilnehmer werfen. Daher sind im folgenden Abschnitt die entsprechenden Daten der Teilnehmer dargestellt und erläutert. Diese gliedern sich in die folgenden Bereiche:

- Die Region der Teilnehmer und deren Unternehmen
- Unternehmensspezifische Kenndaten
- Berufliche Angaben zu den Teilnehmern
- Die Produktstruktur sowie -architektur

Auch in der nun vierten erschienen Auflage der Studie konnte, wie auch in den vorangegangenen Jahren, ein breiter Querschnitt von Unternehmen aller Größenordnungen, welche sich mit der Entwicklung von mechatronischen Produkten beschäftigen, abgedeckt werden. In Summe umfasst die Studie 126 gültige Teilnahmen.

### 1.1 Die Region

Wie **Abbildung 1** zu entnehmen ist, sind rund 90% der Teilnehmer innerhalb Deutschlands erwerbstätig. Die verbliebenen Teilnehmer sind innerhalb der weiteren Länder Europas und Nordamerikas disloziert. Infolgedessen spricht die diesjährige Studie, wie bisher, mehr-

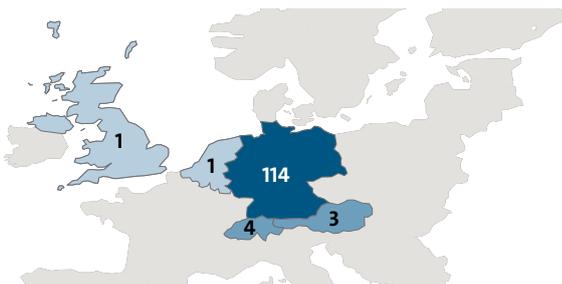


Abbildung 1: Ort der Erwerbstätigkeit, n = 126

heitlich die DACH-Region an. Zusätzlich gaben die Teilnehmer an, in welchem Land sich der Hauptsitz ihres Unternehmens befindet. Dies ist in **Abbildung 2** dargestellt. Es zeigt sich, dass die Hauptsitze mehrheitlich in Europa verortet sind. Davon entfallen mehr als drei Viertel auf Deutschland.

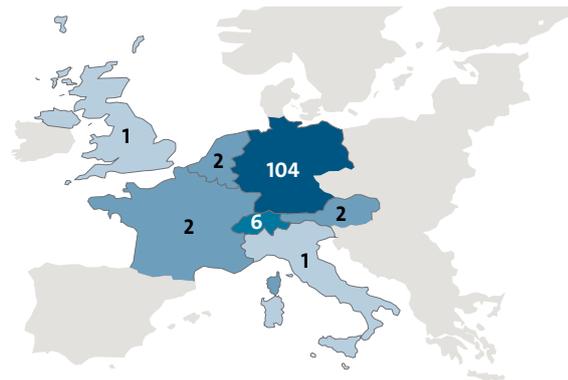


Abbildung 2: Hauptsitz der Unternehmen, n = 126

### 1.2 Die Unternehmen

Der Kreis der Unternehmensangehörigen ist über viele Branchen hinweg breit gefächert, wie **Abbildung 3** zeigt. Wie in den letzten drei Studien fallen auch in dieser Auflage mehr als die Hälfte in die Bereiche Maschinen- und Anlagenbau sowie Fahrzeug- und Verkehrstechnik. Die Branchen der Elektrotechnik / Elektronik, Mess- & Automatisierungstechnik sowie der Konsumgüterelektronik bilden die zweitgrößte Gruppe. Die Dienstleistungen im Bereich der Produktentwicklung bilden mit 7% die nächste Gruppe an Teilnehmern. Wie auch in den vorherigen Studien wurden mit der Umfrage folglich die richtigen Zielgruppen und Unternehmen der mechatronischen Produktentwicklung adressiert. Dabei besteht ein grundsätzliches Interesse an der agilen Entwicklung mechatronischer Produkte. Daten von Teilnehmern aus Unternehmen, welche ausschließlich Software-Produkte herstellen, haben in der Auswer-



# Demografie



Abbildung 3: Verteilung der Branchen, n = 126

tung dieser Studie keine Berücksichtigung gefunden. Analog zu den bisherigen Ausgaben wird in der nachfolgenden **Abbildung 4** die Verteilung der Teilnehmer nach zugehöriger Unternehmensgröße in vier Gruppen skizziert. Kleine und mittelständische Unternehmen (KMU <250 Mitarbeiter), Großunternehmen (<5.000 Mitarbeiter), Konzerne (<50.000 Mitarbeiter) und Großkonzerne (>50.000 Mitarbeiter). In diesem Jahr sind mehr als die Hälfte der Teilnehmer in (Groß-)Konzernen beschäftigt. Trotz im Vergleich zum vorangegangenen Jahr geringfügig gesunkener Zahl der Konzerne, bleibt der Anteil der Konzerne im Gesamten weiterhin am größten. Im letzten Jahr betrug der Anteil von Großunternehmen 37%, wohingegen der Anteil sich dieses Jahr auf nun mehr 29% beläuft. Ein Zuwachs an Anteilen konnten die Großkonzerne (+6 Prozentpunkte) und die KMU (+3 Prozentpunkte) verzeichnen. Agilität bleibt demnach für Unternehmen aller Größenordnungen von Relevanz. Im Unterschied zu den letzten Studien wurde dieses Jahr zudem aufgenommen, wie viele Mitarbeiter des

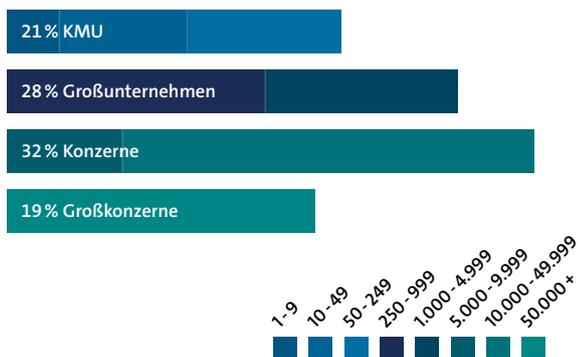


Abbildung 4: Verteilung der Unternehmensgrößen, n = 126

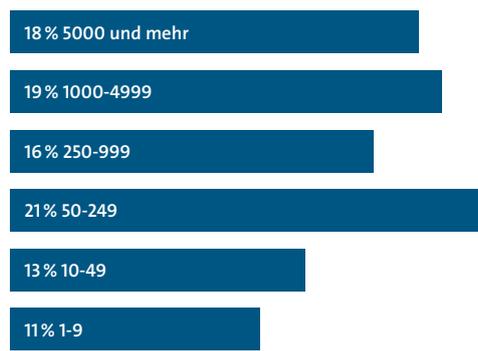


Abbildung 5: Anzahl der Mitarbeiter in F&E, n = 123

Unternehmens jeweils in der Forschung und Entwicklung tätig sind. Aus **Abbildung 5** wird ersichtlich, dass sowohl Eindrücke aus kleineren Entwicklungsabteilungen als auch aus größeren Entwicklungsressorts wiedergeben worden sind, sodass eine ungewollte einseitige Betrachtung hinsichtlich bestimmter Größenordnungen agiler Entwicklungsorganisationen ausgeschlossen werden kann.

## 1.3 Die Teilnehmer

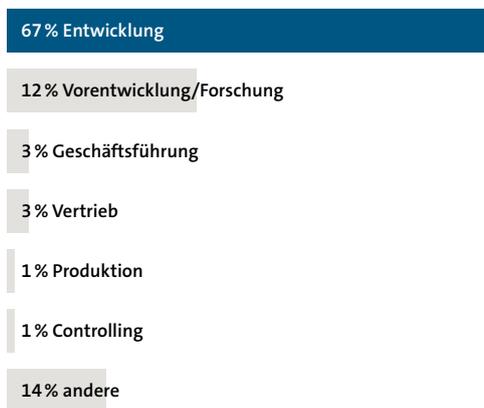
Im folgenden Abschnitt beschäftigen wir uns dezidiert mit den Teilnehmern. In **Abbildung 6** ist die Position der entsprechenden Personen hierarchisch dargestellt. Die Geschäftsführer oder Repräsentanten des Vorstandes bilden mit 5% die kleinste Gruppe. Die meisten an der Umfrage beteiligten Personen bekleiden die Positionen Abteilungsleiter, Projekt- und Gruppenleiter, Entwickler / Mitarbeiter sowie agile Coaches und interne Berater. Es fällt auf, dass knapp die Hälfte der Befragten eine Führungsposition bekleidet, wovon wiederum jeder Zweite ein besonderes Maß an Verantwortung trägt.



Abbildung 6: Position der Teilnehmer im Unternehmen, n = 126

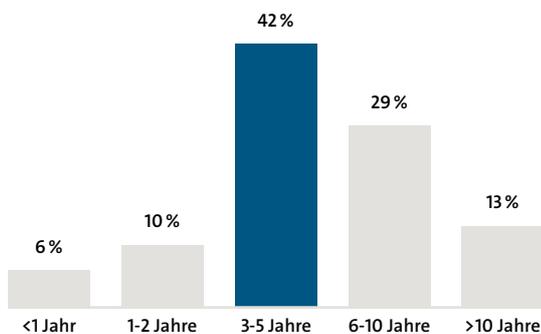
## Demografie

Unverändert zu den vorherigen Studien wurden auch die verschiedenen Bereiche, in welchen die Teilnehmer arbeiten, berücksichtigt. Gemäß **Abbildung 7** liegt der Arbeitsschwerpunkt der an der Umfrage beteiligten Personen zu 67% in der Entwicklung und zu 12% in der Vorentwicklung. Viele Praktiker aus der Industrie im Bereich der Produktentwicklung haben im Rahmen der Studie ihr Wissen zur Verfügung gestellt. Mit Ihrem Anteil von mehr als drei Vierteln ist es dementsprechend geglückt, einen tieferen Einblick in die Produktentwicklungen der Unternehmen zu erhalten. Gleichmaßen ist es erfreulich, auch die Unternehmen als solches beleuchten zu können. Zusammenfassend lässt sich erkennen, dass die agile Entwicklungsphilosophie insbesondere in den Bereichen der Entwicklung und Vorentwicklung von Interesse ist.

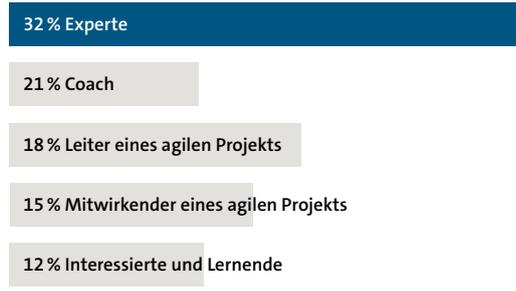


**Abbildung 7:** Arbeitsschwerpunkt der Teilnehmer, n = 126

Im letzten Jahr wurde erstmalig der persönliche Kenntnisstand der Teilnehmer erfragt. Das Autorenteam wollte auch diesmal wissen, welche Erfahrung die einzelnen Teilnehmer im Bereich der agilen Entwicklung vorzuweisen hatten (**Abbildung 8**). Unverändert im



**Abbildung 8:** Erfahrung der Teilnehmer mit agiler Entwicklung, n = 126



**Abbildung 9:** Blickwinkel der Teilnehmer, n = 126

Vergleich zum Vorjahr beschäftigen sich die Teilnehmer mehrheitlich seit drei bis zehn Jahren mit Agilität im Kontext der Entwicklung. Im Vergleich zum letzten Jahr hat sich jedoch eine kleine Verschiebung hin zu längeren Erfahrungshorizonten ergeben.

► Eine mögliche Erklärung dessen ist, dass ein gewisser Anteil der Teilnehmer wiederholt an der Studie teilnimmt und somit sich deren über die Zeit hinweg gewonnene Erfahrung in den Umfrageergebnissen widerspiegelt.

In der Folge war es interessant herauszufinden, wie sich die Teilnehmer selbst verortet haben und welchen Blickwinkel sie in Bezug auf die agile Entwicklung einnehmen. Das Balkendiagramm in **Abbildung 9** stellt die Ergebnisse dieser Selbsteinschätzung dar. 32% der Teilnehmer, also knapp ein Drittel, fallen in die Kategorie der Experten. Hingegen gaben nur 12% der Teilnehmer an, sich mit der Thematik aus der generell übermittelten Meinung zu beschäftigen. Letztere sind eher als Interessierte oder Lernende im Bereich der agilen Entwicklung zu sehen. Im Vergleich dazu berichten 88% der Teilnehmer aus erster Hand. Darunter finden sich auch die drei Blickwinkel der Coaches (21%), Leitenden (17%) und Mitwirkenden (17%) eines agilen Entwicklungsprojekts wieder. In den folgenden Kapiteln werden also im Mittel die Meinungen und Erfahrungen aus allen relevanten Blickwinkeln vertreten sein, während die Beurteilung vom Hörensagen eine untergeordnete Rolle spielt.

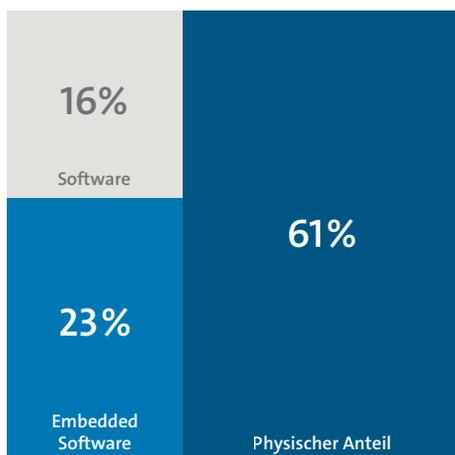
### 1.4 Die Produkte

Neben Informationen zu den Unternehmen der Teilnehmer und ihrer selbst, wurden zusätzlich Daten erhoben, welche die Produktstruktur der jeweiligen Unternehmen skizzieren. Der Fokus liegt hierbei auf der prinzipiellen Gestaltung der Produkte, um eine Einschätzung hinsichtlich der Körperlichkeit der Produkte zu ermöglichen.

## Demografie

► 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 [4] 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.

Infolgedessen wurden die Teilnehmer der vierten Auflage der Studie erneut gebeten, die jeweiligen Anteile an Hardware, Embedded-Software und Software eines typischen Produkts ihres Unternehmensportfolios anzugeben. In **Abbildung 10** ist das Ergebnis der gemittelten Aufteilung eines Produktes dargestellt. Erstaunlicherweise beträgt der physische Anteil eines durchschnittlichen Produktes mehr als die Hälfte der Gesamtheit desjenigen Produktes. Anhand der vorliegenden Daten kann verifiziert werden, dass im Rahmen dieser Studie tatsächlich mechatronische Produkte im eigentlichen Sinn, das heißt, mit dediziertem physischem Anteil, betrachtet werden. Zu erwähnen ist, dass **Abbildung 10** das durchschnittlich gemittelte Produkt widerspiegelt und einzelne Angaben selbstredend variieren. Produkte, welche reine Software-Lösungen darstellten, wurden im Rahmen dieser Studie, wie eingangs erwähnt, ausgeschlossen.



**Abbildung 10:** Verteilung der typischen Produktanteile, n = 100



**Vertrauen und gegenseitiges Verständnis sind für die Teilnehmer in Bezug auf agiles Arbeiten wichtig.**

**Agiles Arbeiten fördert die Kommunikation, die Flexibilität, um auf Änderungen zu reagieren, und steigert die Transparenz innerhalb des Unternehmens.**

**Ein einheitliches Verständnis hybrider Projekte existiert bisher nicht.**

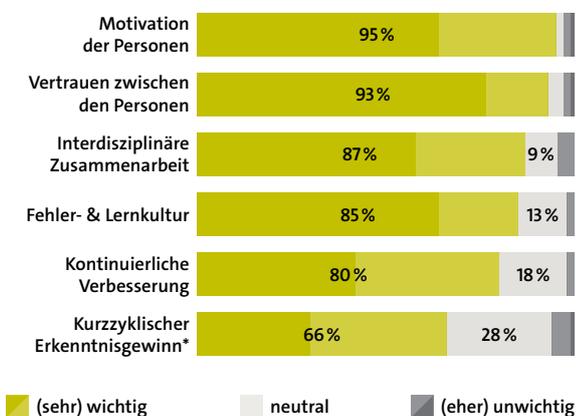
## 2 Verständnis

In Folge der Jahre konnten deskriptive Daten erhoben werden, wodurch das Verständnis der Teilnehmer hinsichtlich agiler Produktentwicklung dargestellt werden konnte. Das folgenden Kapitel soll auch dieses Jahr einen Überblick hierzu bieten. Das Kapitel gliedert sich wie folgt:

- Fokus und Bedeutung agiler Entwicklung
- Tatsächlicher Nutzen agiler Entwicklung

### 2.1 Fokus und Bedeutung

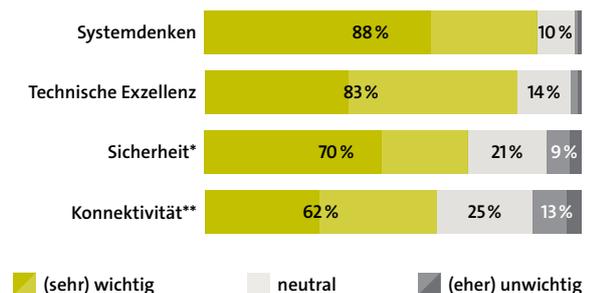
Nachdem die Teilnehmer im letzten Jahr bereits die Ziele dargelegt haben, die sie im Zusammenhang mit agiler Entwicklung verfolgen, wurden sie diesmal gebeten, den Stellenwert einzelner agiler Elemente, wie in **Abbildung 11** dargestellt, für den Entwicklungsprozess von "gar nicht wichtig" bis "sehr wichtig" zu bewerten. Fast drei Viertel der Befragten waren sich einig, dass *Vertrauen zwischen den Personen* im agilen Entwicklungsprozess essenziell ist. Im Vergleich zur plangetrie-



**Abbildung 11:** Stellenwert der Elemente für den agilen Entwicklungsprozess, n = 102, \*(n=101)

benen und hierarchisch dominierten klassischen Produktentwicklung erscheint dieses Ergebnis stimmig. Ebenfalls fast einstimmig als wichtig erachteten die Teilnehmer die *Motivation der Personen*. Für 61% der Personen war letztere "sehr wichtig", für weitere 30% war diese immer noch "eher wichtig". Ein ähnliches Bild ergibt sich hinsichtlich der *Fehler- und Lernkultur* – immerhin sieht der agile Entwicklungsprozess gezielt Reviews und Retrospektiven vor, die sich diesen Aspekten annehmen. Die *interdisziplinäre Zusammenarbeit* scheint ebenfalls einen hohen Stellenwert für agile Entwicklungsprozesse einzunehmen, obgleich in **⇒ Kapitel 3** durchaus auch Schwierigkeiten in Bezug hierzu aufgezeigt werden können. *Kurzzyklischem Erkenntnisgewinn* und *kontinuierlicher Verbesserung* wurde ebenfalls eine insgesamt hohe Bedeutung zugeschrieben, wengleich beide im Vergleich zu den vorher genannten etwas abfallen.

Nach der prozessorientierten Betrachtung sollten in der nachfolgenden Fragestellung produktbezogene Aspekte durch die Teilnehmer bewertet werden. Die Ergebnisse sind in **Abbildung 12** visualisiert. Konkret sollte mit Blick auf das zu entwickelnde Produkt eine Einschätzung gegeben werden, welchen Stellenwert *Konnektivität* (die Vernetztheit des Produkts), *Systemdenken* (Gesamtsystem ist mehr als die Summe der Einzelsysteme), *Sicherheit* (Systems Safety / Cyber Se-



**Abbildung 12:** Stellenwert der Produkaspekte, n = 100, \*(n=96), \*\*(n=99)



## Verständnis

curity) und *technische Exzellenz* (Produkt löst Kundenproblem am besten) für den agilen Entwicklungsprozess in der Mechatronik haben. In Summe gab mehr als die Hälfte der Teilnehmer an, dass alle Produktaspekte als wichtig angesehen werden. Am wichtigsten bewerteten die Teilnehmer das Systemdenken mit 88%. Ein ähnlicher Prozentwert wurde auch der technischen Exzellenz attestiert. (83%). Weitere 70% bewerteten die Sicherheit als (sehr) wichtig. Die Konnektivität wurde von 62% der Teilnehmer als wichtig erachtet.

### 2.2 Nutzen

Im zweiten Teil des Kapitels liegt der Fokus auf dem Nutzen agiler Vorgehensmodelle. Um nachvollziehen zu können, wie sich die erkennbaren Effekte auf die technische Produktentwicklung auswirken, sind in **Abbildung 14** (Seite 12) die Daten über den wahrgenommenen tatsächlichen Nutzen agiler Entwicklung skizziert (1 = „sehr geringer Nutzen“ bis 5 = „sehr großer Nutzen“). Die zugehörigen Werte der letzten drei Jahre sind jeweils zu Vergleichszwecken mit aufgeführt. Zu sehen ist, dass die als solche messbaren, sogenannten Key Performance Indicators, wie *reduzierte Entwicklungskosten* (Ø 2,77) und *verbesserte Qualität der Produkte* (Ø 3,54), einen sichtbaren Anstieg in der Bewertung zu verzeichnen haben. Nichtsdestotrotz liegen sie weiterhin hinter den "weichen" Attributen der agilen Arbeitsweise zurück. Die höchste Zustimmung erfuhren erneut die Aspekte *verbesserte Kommunikation* (Ø 4,33), *erhöhte Flexibilität, um auf Änderungen zu*

*reagieren* (Ø 4,24), *erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit* (Ø 4,24) sowie *gesteigerte Transparenz im Unternehmen* (Ø 4,07). Ein hoher Nutzen wurde weiterhin den Attributen *verbesserte interne Lernprozesse* (Ø 3,99), *Verbesserung Befriedigung der Kundenbedürfnisse* (Ø 3,93) und *Engagement der Beteiligten* (Ø 3,86) zugeschrieben. Abschließend ist zu erwähnen, dass im Durchschnitt keines der aufgeführten Attribute in Bezug auf die agile Arbeitsweise als „weniger nützlich“ eingeschätzt worden ist.

► Die vorstehenden Zahlen spiegeln die Ergebnisse aus den vorangegangenen Studien wieder (vgl. [1],[2],[3]). So scheinen die Vorteile agiler Entwicklung auch weiterhin für die Mehrheit der Teilnehmer tendenziell weniger mit den klassischen Kennzahlen messbar zu sein.

Im Verhältnis dazu zeigt **Abbildung 13**, wie sich der Nutzen der agilen Arbeitsweise auf deren Akzeptanzfaktoren auswirkt. Interessant scheinen die Zustimmungen hinsichtlich „Agiles Arbeiten erhöht die Produktivität“ und „Agiles Arbeiten erhöht die Produktqualität“, da diese eher den oben erwähnten klassischen Key Performance Indicators zugeschrieben werden. Dabei bleibt allerdings zu bedenken, dass Produktivität an dieser Stelle als solches nicht weiter definiert worden ist.

► Bemerkenswert ist, dass die Teilnehmer mit hoher Zustimmung die agile Arbeitsweise der klassischen Arbeitsweise vorziehen würden. Dies ist unter Berücksichtigung des folgenden Sachverhaltes jedoch nicht abwegig: Im Rahmen der Studie wurden im Gros Personen, welche

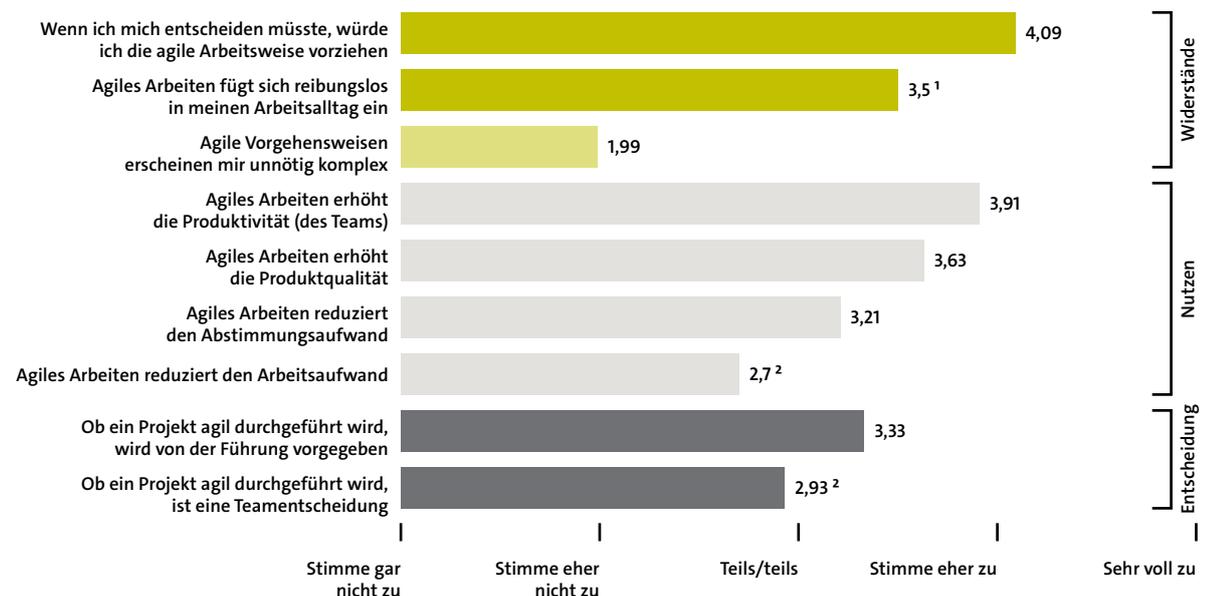


Abbildung 13: Mittlere Zustimmung hinsichtlich o.g. Aussagen, n = 103, <sup>1</sup>(n = 102), <sup>2</sup>(n = 104)

# Verständnis

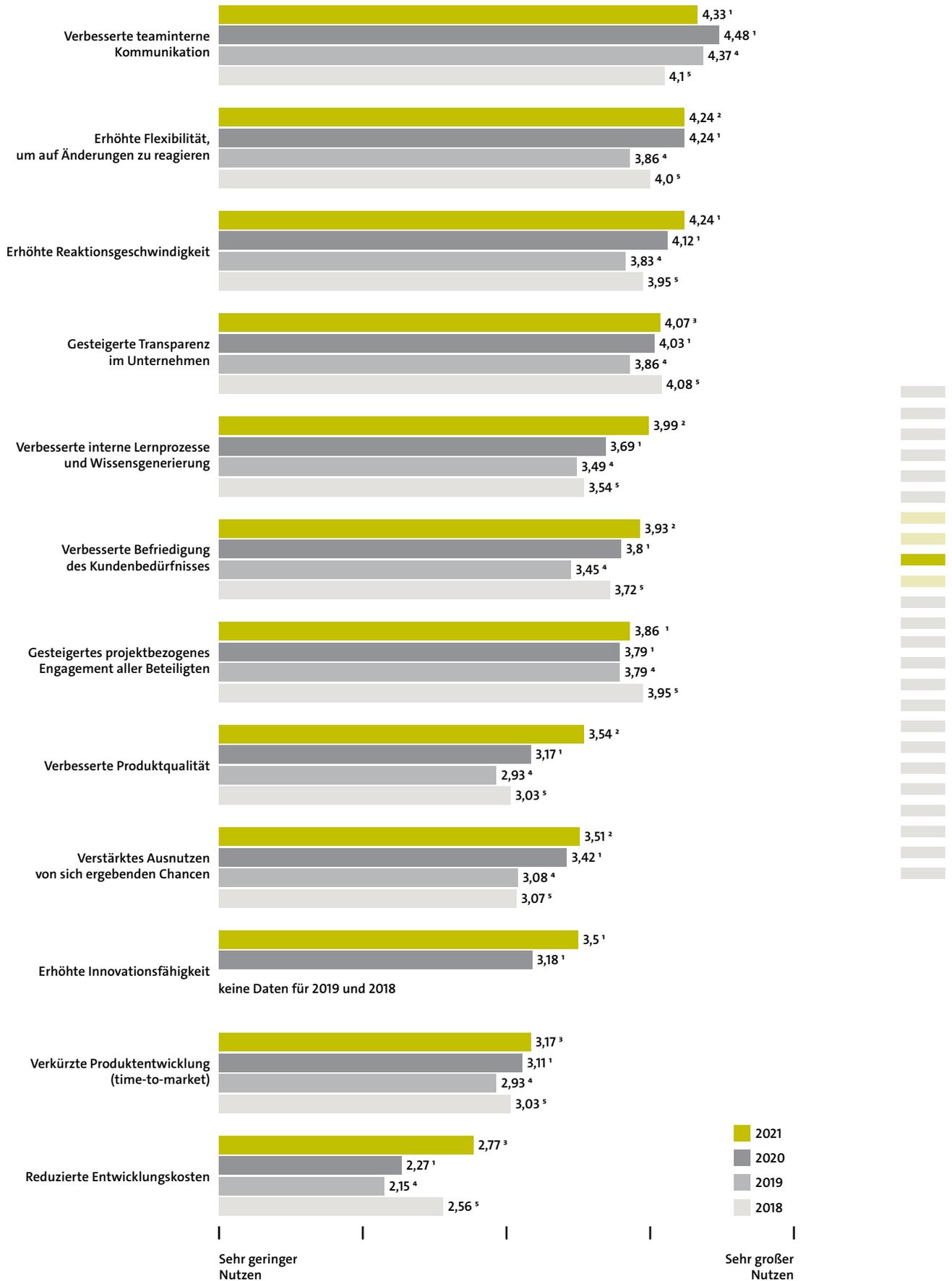


Abbildung 14: Mittlerer „tatsächlicher Nutzen“ agiler Entwicklung, <sup>1</sup>(n = 105), <sup>2</sup>(n = 104), <sup>3</sup>(n = 103), <sup>4</sup>(n = 73), <sup>5</sup>(n = 61)

## Verständnis

sich im Schnitt drei bis zehn Jahre (siehe **Kapitel 1**) mit agilen Arbeitsweisen beschäftigen, befragt. Dies sind vermutlich vorrangig Personen, welche die Vorzüge des agilen Arbeitens internalisiert haben. Infolgedessen verwundert es nicht, dass diese Personen sich zur agilen Arbeitsweise "bekennen". Die zwei niedrigsten platzierten Aussagen „Agiles Vorgehensweise erscheint mir unnötig komplex“ und „Agiles Arbeiten reduziert den Arbeitsaufwand“ deuten darauf hin, dass sich im Wesentlichen die Arbeitsweise ändert, der Aufwand jedoch an einer nicht definierten Stelle amortisiert wird. Dies scheint also kein Vorteil der agilen Arbeitsweise zu sein. Ferner scheint die Anwendung agiler Ansätze laut Aussage der Teilnehmer nicht kompliziert respektive komplex, obgleich die Arbeitsweise gerade zu Anfang ein verändertes „Denken“ erfordert.

In **Tabelle 1** sind die charakteristischen Merkmale eines agilen Projektes gemäß Einschätzungen der Befragten über die Anzahl der Nennungen aufgetragen. Hierbei ist zu erwähnen, dass es sich um eine Freitext-Frage handelte, welche als solche der statistischen Auswertung nicht ohne weiteres zugänglich ist. Das Autorenteam hat hierzu eine thematische Codierung der qualitativen Aussagen vorgenommen. Betrachtet man die Rangfolge der genannten Merkmale, ist erkennbar, dass für 18 Personen (24%) die Anwendung agiler Methoden im Kontext agiler Projekte kennzeichnend ist. Ähnlich häufig wurden Merkmale hinsichtlich hoher Änderungsraten (18%), selbstorganisierter / autonomer Teams (18%) und interdisziplinärer Zusammenarbeit (18%) thematisiert. Die Anwendung agiler Prinzipien wurde von zwölf Personen (16%) als charakteristisch genannt. Den Ergebnissen folgend fällt auf, dass die Anwendung agiler Prinzipien, welche im Manifest der agilen Softwareentwicklung [5] niedergeschrieben sind, für 16% tatsächlich als Diskriminator dienen. Weiterhin auffällig ist, dass die verbesserte Kommunikation eher eine untergeordnete Rolle hinsichtlich der Charakterisierung einzunehmen scheint, obgleich in **Abbildung 13** diesem Merkmal der höchste Nutzen attestiert wurde. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit wurde von 18% der Befragten als bezeichnendes Merkmal gewählt.

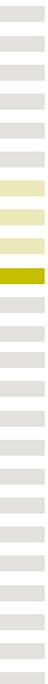
► Hierbei ist fraglich, ob die Interdisziplinarität als Diskriminator tatsächlich ein agiles Projekt von einem Projekt anderer Art zu unterscheiden vermag. Die Ergebnisse deuten vielmehr darauf hin, dass sich das Verständnis agiler Entwicklung noch nicht gänzlich manifestiert hat und daher weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich möglicher Abgrenzungen und hierzu notwendiger Merkmale besteht. Standardwerke der Produktentwicklung wie Pahl/Beitz [6] oder solche von Lindemann [7] liefern

zwar die hierzu notwendigen Grundlagen, jedoch keine abschließende Klassifizierung.

Ferner wollte das Autorenteam in Erfahrung bringen, was für die Teilnehmer der Umfrage ein hybrides Projekt innerhalb eines Unternehmens charakterisiert. Analog zur vorherigen Frage sollten die Teilnehmer freie Antworten hinsichtlich der Fragestellung formulieren respektive niederschreiben. Im Vergleich zur vorherigen Betrachtung konnte jedoch keine einheitliche, in sich konsistente Codierung für die genannten Ausprägungen von Merkmalen vorgenommen werden. Es wurde vielmehr ersichtlich, dass noch kein gemeinsames Verständnis von hybriden Projekten existiert. Hier bedarf es weiterer Aufklärung, wie hybride Projekte aufgefasst und verstanden werden können.

Code	Anzahl	Anteil
Verbesserte Kommunikation	6	8%
Anwendung von agilen Methoden / Werkzeugen / Tools	18	24%
Anwendung agiler Prinzipien	12	16%
Interdisziplinäre Zusammenarbeit / Teams	13	18%
Selbstorganisierte / autonome Teams	13	18%
Innovationen	2	3%
Hohe Änderungsraten	13	18%

**Tabelle 1:** Charakterisierung eines agilen Projektes innerhalb des Unternehmens, n = 75





**Agile und hybride Projekte nehmen in Summe zu.**

**Im Vergleich zur Software-Entwicklung bewerten die Teilnehmer die Zusammenarbeit in der physischen Komponentenentwicklung als schwieriger.**

**Lediglich jedes zehnte Unternehmen trennt klassische und agile Prozesse vollständig voneinander.**

### 3 Anwendung

Seit geraumer Zeit sammeln diverse Unternehmen Erfahrungen mit Agilität in der Entwicklung. Hierbei kommen verschiedene agile Vorgehensmodelle in der physischen Produktentwicklung zur Anwendung. Neben der Wahl der Vorgehensmodelle werden in diesem Kapitel auch die Iterationsdauer und die domänenübergreifende Zusammenarbeit innerhalb agiler Projekte untersucht. Das Kapitel unterteilt sich insofern in die folgenden Sektionen:

- Erfahrung und Zusammenarbeit
- Aktuelle und zukünftige Anwendung agiler Vorgehensmodelle

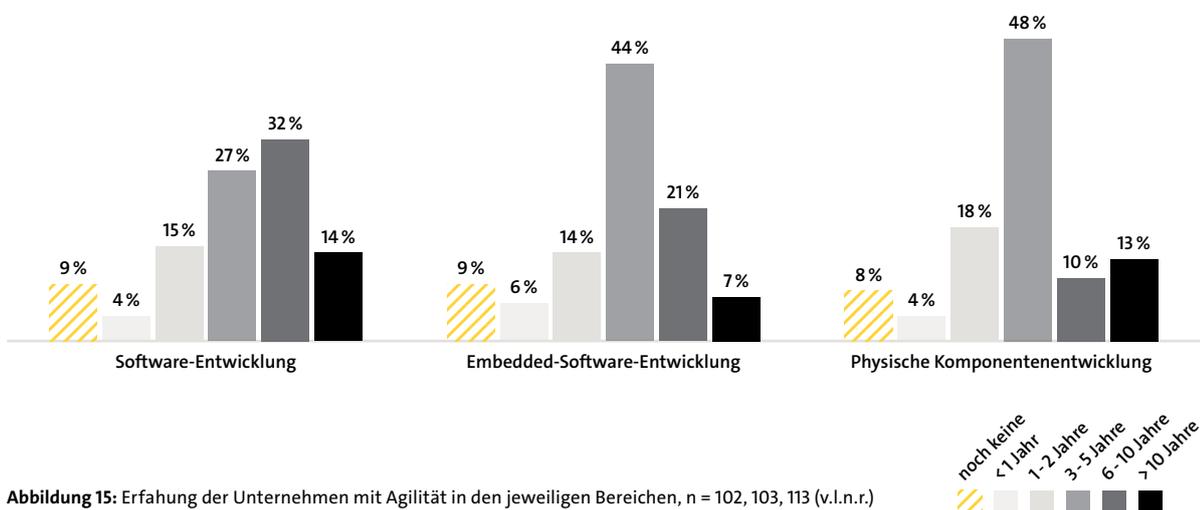
#### 3.1 Erfahrung und Zusammenarbeit

Im Gegensatz zur **Abbildung 8** („Erfahrung der Teilnehmer mit agiler Entwicklung“) in **Kapitel 1** werden in **Abbildung 15** die Erfahrungen der Unternehmen mit Agilität im jeweiligen Bereich skizziert. Dass sich die Unternehmen mit der physischen Produktentwicklung

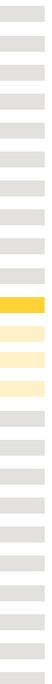
bereits seit geraumer Zeit beschäftigen, wird durch die entsprechenden Ergebnisse unterstützt. Im Schnitt haben die Unternehmen der Teilnehmer im Bereich der Software-Entwicklung mehr Erfahrung mit agilen Vorgehensweisen als im Bereich der physischen Produktentwicklung.

► Dies verwundert nicht, schließlich haben sich agile Ansätze bereits Ende der 90er Jahre in der Softwareentwicklung etabliert und konnten ohne größere Adaption für die entsprechenden Teilbereiche der Mechatronikentwicklung übernommen werden.

Im Vergleich zur **Abbildung 8** lässt sich feststellen, dass sich die Verteilung der Erfahrung der Unternehmen in den Bereichen *<1 Jahr*, *3-5 Jahre* und *<10 Jahre* annähernd mit dem bereits präsentierten Datensatz der Erfahrungswerte der einzelnen Personen deckt. Im Unterschied dazu liegen die Werte der **Abbildung 8** im Bereich der Erfahrungswerte von *1-2 Jahre* (10%) und *6-10 Jahre* (29%) deutlich unter den Werten der Bereiche *Software-Entwicklung*, *Embedded-Software-Entwicklung* und *physischer Komponentenentwicklung* der **Abbildung 15**. Eine mögliche Erklärung ist, dass die



**Abbildung 15:** Erfahrung der Unternehmen mit Agilität in den jeweiligen Bereichen, n = 102, 103, 113 (v.l.n.r.)



# Anwendung

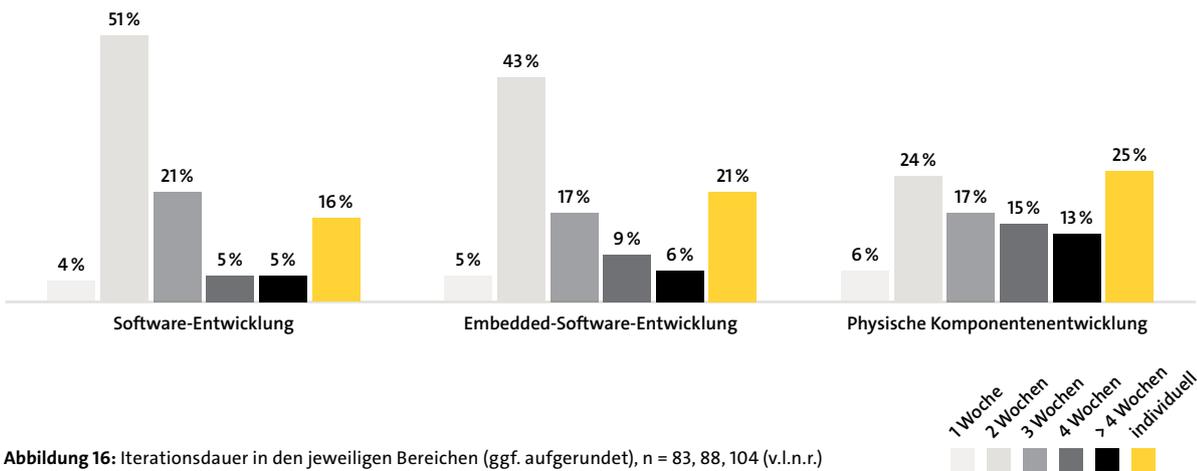


Abbildung 16: Iterationsdauer in den jeweiligen Bereichen (ggf. aufgerundet), n = 83, 88, 104 (v.l.n.r.)

Mehrheit der Befragten in Unternehmen beschäftigt sind, in denen der Querschnitt aller drei Bereiche die Gesamterfahrung auszumachen scheint. Das Autorenteam wollte weiterhin herausfinden, inwiefern sich die Iterationsdauer zwischen den einzelnen Domänen der Software-Entwicklung, Embedded-Software-Entwicklung und der physischen Komponentenentwicklung unterscheidet. Dabei reichte die Spanne von einer Woche bis hin zu mehr als vier Wochen. Auch die Option der individuellen Anpassung wurde präsentiert. Die resultierende Verteilung ist **Abbildung 16** zu entnehmen. Im Bereich der Software-Entwicklung ist eine eindeutige Häufung der Iterationsdauer im Bereich von zwei Wochen zu beobachten. Weiterhin wurden hier eine Frequenz von drei Wochen sowie eine individuelle Anpassung relativ häufig genannt. Iterationsdauern von vier bis fünf Wochen scheinen in der Software-Entwicklung seltener. Ferner ist der Darstellung zu entnehmen, dass mit zunehmendem Grad der „Körperlichkeit“ des Produktes (Erklärung siehe [Kapitel 1](#)) sowohl die Iterationsdauer zunimmt als auch ein höherer Anteil auf „individuell anpassbar“ entfällt. Im Rahmen der Frage muss in Bezug auf die Antwortmöglichkeit „individuell anpassbar“ bedacht werden, dass hier Schwankungen sowohl hin zu kürzeren, als auch hin zu längeren Iterationsdauern subsumiert worden sind.

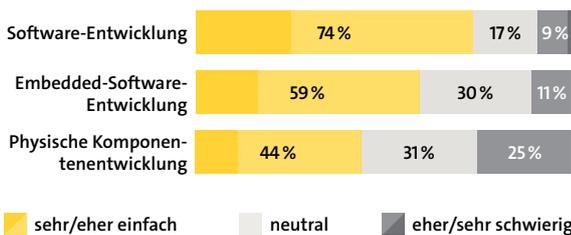


Abbildung 17: Bewertung der Zusammenarbeit innerhalb der jeweiligen Domänen, n = 87, 91, 107 (v.o.n.u.)

Des Weiteren sollten die Teilnehmer die Zusammenarbeit innerhalb der einzelnen Domänen eines agilen Entwicklungsprojekts bewerten (**Abbildung 17**). Analog zur kürzeren Iterationsdauer ist erkennbar, dass im Bereich der Software-Entwicklung die Zusammenarbeit leichter fällt. Im Bereich der physischen Komponentenentwicklung zeigt sich ein signifikanter Zuwachs der Anteile „eher schwierig“ und „sehr schwierig“. Bestätigt wird dies durch die Erfahrungen aus den letzten Studien, dass gewisse Adaptionen und Anpassungen auf Grund verschiedenster Ursachen im Bereich der physischen Komponentenentwicklung notwendig sind. Auch die agile Entwicklung in der Mechatronik orientiert sich an den Grundsätzen, die einst im agilen Manifest spezifisch für die Software-Entwicklung formuliert worden sind [5]. Mit zunehmender Körperlichkeit sind diese Prinzipien und Werte allerdings nicht immer eins zu eins übertragbar und stellen die Mechatronikentwicklung vor entsprechende Herausforderungen. In diesem Sinne stellt sich die Frage, wie sich die Zusammenarbeit im Vergleich dazu domänenübergreifend darstellt. In **Abbildung 18** sind die entsprechenden Ergebnisse visualisiert. Mehr als 50% der Teilnehmer gaben an, dass sich die Zusammenarbeit mal einfacher, mal schwieriger gestaltet. 16% der Beantwortenden, sind der Auffassung, dass sich die Zusammenarbeit tendenziell einfacher gestaltet, wohingegen 25% die Auffassung vertreten, dass es zu Schwierigkeiten kommt. In der Folge kann festgestellt werden, dass 84% der Teilnehmer noch Verbesserungspotenzial in

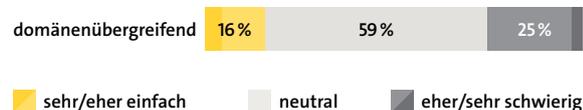


Abbildung 18: Bewertung der domänenübergreifenden Zusammenarbeit, n = 112



# Anwendung

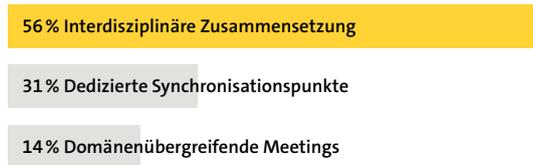


Abbildung 19: Art der Synchronisation der Domänen, n = 111

der domänenübergreifenden Zusammenarbeit sehen. Letztere gestaltet sich demnach schwieriger als die Zusammenarbeit innerhalb der jeweiligen Domänen. Diese Diskrepanz sollte in Zukunft adressiert werden. Infolgedessen scheint auch die Frage nach der Synchronisation der Domänen in agilen Projekten interessant. Ersichtlich ist, dass laut 56% der Teilnehmer die Projektteams hierzu interdisziplinär zusammengesetzt sind. Fast ein Drittel gab an, dass es dedizierte Synchronisationspunkte zwischen den Domänen gibt, an denen Abstimmungen stattfinden können (Abbildung 19).

### 3.2 Aktuelle und zukünftige Anwendung agiler Vorgehensmodelle

Wie auch in den letzten Studien wurden die an der Umfrage beteiligten Personen befragt, welche agilen Vorgehensmodelle in ihrem Unternehmen zur Anwendung kommen. Dieses Jahr wurde die Frage etwas modifiziert: Im Vergleich zur Fragestellung aus den vorherigen Jahren konnten die Teilnehmer neben den

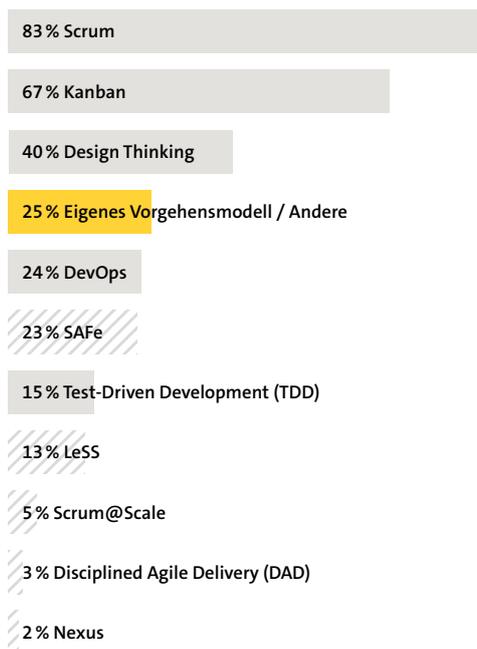


Abbildung 20: Verwendete Vorgehensmodelle und Frameworks, Mehrfachnennung möglich, n = 119

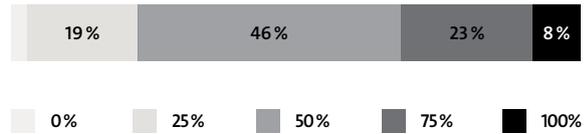


Abbildung 21: Anpassungsgrad der Vorgehensmodelle, n = 108

üblichen Vorgehensmodellen hier auch Frameworks aus dem Bereich der Skalierung auswählen. Eine entsprechende Übersicht gewährt **Abbildung 20**. Betrachtet man die entstandene Rangfolge der auswählbaren Vorgehensmodelle und Frameworks, zeigt sich, dass sich der in den Vorjahren festgestellte Trend hin zu den „Klassikern“ fortsetzt. Scrum hat sich über Jahre hinweg als Quasi-Standard etabliert (vgl. [3]). Der Einsatz von Kanban und Design Thinking hat sich mit den Plätzen zwei und drei weiterhin gefestigt. Im Bereich der Frameworks zur Skalierung von agilen Vorgehensmodellen sind SaFe (24%) und LeSS (13%) die am häufigsten verwendeten Frameworks, welche beide auf Scrum beruhen. Nexus und DAD nehmen eine eher untergeordnete Rolle ein. Es lässt sich erkennen, dass agile Skalierungsframeworks in Zukunft ebenfalls von Relevanz sein werden.

Inwiefern Adaptionen an den Methodiken für die Unternehmen vorgenommen werden müssen, ist in **Abbildung 21** skizziert. Wie bereits im letzten Jahr sollten die Teilnehmer eine Aussage darüber treffen, wie stark die verwendeten Vorgehensmodelle angepasst werden müssen. Die Bandbreite reichte hier von 0% Anpassung (d.h. Anwendung nach Lehrbuch) bis hin zur vollständigen Anpassung. Im Vergleich zum letzten Jahr hat die Anwendung ohne jegliche Anpassung lediglich um einen Prozentpunkt zugenommen. Unverändert blieben die moderate bis sehr starke Anpassung der Vorgehensmodelle innerhalb der Unternehmen. Diese Ergebnisse weisen erneut darauf hin, dass eine Übernahme nach Lehrbuch in vielen Fällen nicht zielführend und die Anwendung agiler Vorgehensmodelle innerhalb der Mechanik ohne entsprechende Adaption nur schwierig möglich scheint. Zusätzlich wollte das Autorenteam wissen, wie der kontextspezifische Aufwand für diese Anpassungen wahrgenommen wird. Das Ergebnis ist in **Abbildung 22** dargestellt.

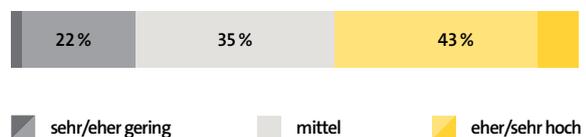
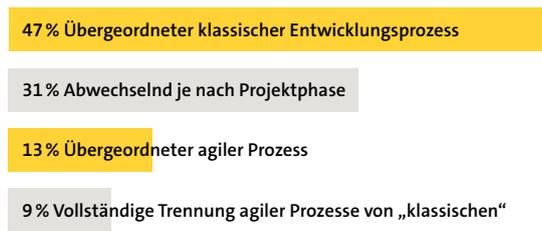


Abbildung 22: Anpassungsaufwand der Vorgehensmodelle, n = 112



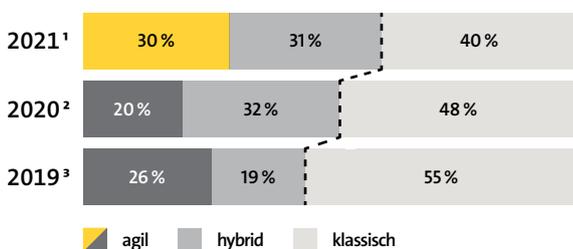
## Anwendung



**Abbildung 23:** Anbindung agiler Entwicklungsprozesse innerhalb der Organisation, n = 110

Einen moderaten Aufwand attestieren 35% der Teilnehmer hinsichtlich der notwendigen Veränderungsarbeit zur Anpassung. Für das Gros der Teilnehmer scheint der Aufwand jedoch eher größer (42%) als geringer (23%).

Weiterhin wollen wir einen Blick auf die Art der Anbindung agiler Entwicklungsprozesse innerhalb der Organisation werfen (**Abbildung 23**). Auffällig ist, dass knapp ein Zehntel der Befragten angab, dass agile und klassische Entwicklungsprozesse vollständig separat ablaufen, entsprechend also eine strikte Trennung der Entwicklungsprinzipien vorherrscht. 31% der Teilnehmer konstatierten, dass eine Trennung der Entwicklungsprinzipien auf die einzelnen Phasen innerhalb eines Projektes stattfindet. Die restlichen 60% der Befragten gaben an, hybrid zu arbeiten, wobei die überwiegende Mehrheit hiervon nach wie vor in einem übergeordneten „klassischen“ Prozess verankert ist. Nichtsdestotrotz scheint sich eine Verlagerung hin zu hybriden Entwicklungsprozessen abzuzeichnen. Abschließen wollen wir das Kapitel mit einem Blick auf die aktuellen und die erwarteten künftigen Anteile agiler Entwicklungsprojekte innerhalb der Organisationen. In **Abbildung 24** ist zunächst die Aufteilung der Projekte nach agilen, hybriden und klassischen Ansätzen vorgenommen worden und in Relation zu den Ergebnissen der letzten beiden Jahre gesetzt worden.

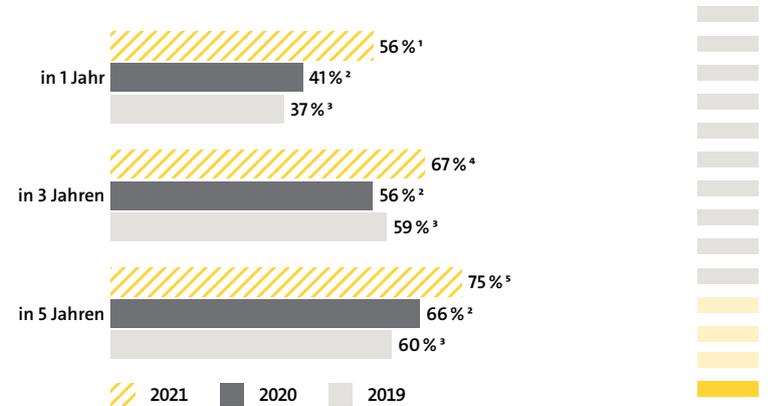


**Abbildung 24:** Jeweiliger Anteil aller Produktentwicklungsprojekte, gegliedert nach Art des Vorgehens, <sup>1</sup>(n = 91), <sup>2</sup>(n = 99), <sup>3</sup>(n = 65)

Unter Zuhilfenahme der Trendlinie scheint sich der Anteil des klassischen Ansatzes zur Entwicklung von Produkten zu reduzieren. Bisher scheint es jedoch nicht

möglich zu sein, bezüglich der agilen und hybriden Anteile einen Trend auszumachen. Allerdings kann durchaus festgehalten werden, dass agile und hybride Ansätze in Summe weiter zunehmen. Eine Definition von agilen und hybriden Projekten ist dabei jedoch nicht vorgenommen worden.

Für die folgende Darstellung (**Abbildung 25**) wurde sodann erneut nach den erwarteten, künftigen Anteilen entsprechender Ansätze in Bezug auf die Entwicklungsprojekte gefragt. In diesem Jahr sind agile und hybride Ansätze jedoch zusammengefasst worden – ein direkter jahresübergreifender Vergleich sollte also nicht ohne weiteres gezogen werden.



**Abbildung 25:** Geplanter agiler Anteil an zukünftigen Entwicklungsprojekten, <sup>1</sup>(n = 85), <sup>2</sup>(n = 84), <sup>3</sup>(n = 61), <sup>4</sup>(n = 79), <sup>5</sup>(n = 76)

Die Prognose, dass in einem Jahr 56% aller Entwicklungsprojekte mit agilen und hybriden Ansätzen durchschnittlich durchgeführt werden sollen, scheint realistisch. In Bezug zur **Abbildung 24** scheint dies nur konsequent, da die Teilnehmer bereits heute angeben, dass im Durchschnitt über 60% der Projekte mit agilen oder hybriden Ansätzen abgewickelt werden.

► Eine mögliche Erklärung der erwarteten Stagnation findet sich in der akuten COVID-19-Pandemie, da gemäß der Einschätzungen der Teilnehmer zunächst die mittelfristigen Folgen der Pandemie abgeschätzt werden müssen.

Interessant ist zudem der Anstieg der geschätzten Anteile in fünf Jahren. Hier glauben die Befragten, dass ein Zuwachs von 20 Prozentpunkten innerhalb der nächsten zwei bis fünf Jahren möglich scheint.



**Der Einsatz von Prototypen erfolgt häufiger in späten Entwicklungsabschnitten des Produktentstehungsprozesses.**

**Prototyping als überwiegend hilfreiches Verfahren wird eine große Unterstützungswirkung für die Produktentwicklung zugeschrieben.**

**Der Einsatz von Prototypen unterstützt dabei nicht nur die Kommunikation, sondern auch Prozesse wie Aktives Lernen und die Ideenexploration.**

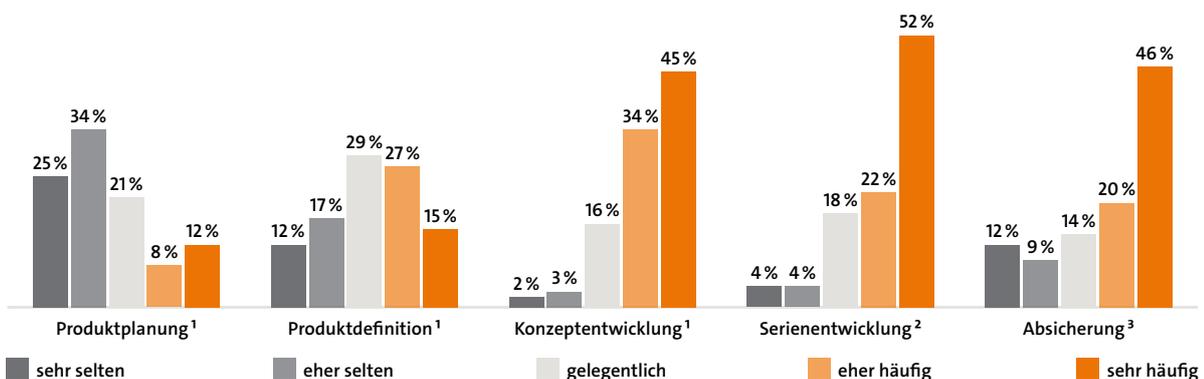
## 4 Prototyping im agilen Umfeld

Nachdem wir seit Beginn der Studienserie verschiedene, übergreifende Themen beleuchtet haben, wollen wir nun auch ein Blick in die Details der Ausgestaltung agiler Prozesse werfen. In diesem Zusammenhang betrachten wir nachfolgend zum ersten Mal den Stellenwert von Prototyping für die Entwicklung physischer Produkte.

Wie häufig die Prototypen in den jeweiligen Entwicklungsabschnitten verwendet werden, ist in **Abbildung 26** visualisiert. Die Abschnitte orientieren sich dabei an der einschlägigen Richtlinie VDI 2221 [8]. Erkennbar ist, dass in den frühen Phasen der *Produktplanung* und *Produktdefinition* seltener Prototypen zur Anwendung kommen. In den folgenden Entwicklungsabschnitten *Konzeptentwicklung*, *Serienentwicklung* und *Absicherung* werden Prototypen hingegen deutlich häufiger genutzt. Über die Hälfte der Teilnehmer gab für diese späteren Abschnitte an, dass Prototypen insgesamt häufig zur Anwendung kommen. Diese Diskrepanz zwischen frühen und späten Phasen wirft unweigerlich Fragen auf, die an dieser Stelle jedoch nicht abschließend beantwortet werden können.

► *Möglicherweise deutet dieses Ergebnis auf ein mehrdeutiges Verständnis des Begriffs „Prototyp“ hin. Soweit unter dem Begriff Inkremente verstanden werden sollen, welche Erkenntnisse über ein mögliches Produkt liefern können, stellt sich die Frage, warum auf diese Möglichkeit der Validierung in frühen Phasen offenbar weitläufig verzichtet wird. Diese Fragestellung wird in weiteren Untersuchungen zu beleuchten sein.*

Im Vergleich dazu skizziert **Abbildung 27**, wie hilfreich der Einsatz der Prototypen in den einzelnen Entwicklungsabschnitten bewertet wird. Im Vergleich zur Verteilung in **Abbildung 26** wird deutlich, dass innerhalb der Entwicklungsabschnitte *Konzeptentwicklung*, *Serienentwicklung* und *Absicherung* der Einsatz von über der Hälfte der Teilnehmer als sehr hilfreich bewertet wurde. Ein ähnlicher Vergleich lässt sich in den Abschnitten *Produktplanung* und *Produktdefinition* ziehen. Auch hier tendieren die Teilnehmer eher dazu, den Einsatz der Prototypen hilfreicher zu bewerten als die Häufigkeit der Anwendung zunächst vermuten ließe. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Erstellung von Prototypen in diesen Entwicklungsabschnitten für die Befragten schwieriger umzusetzen scheint, wie im Folgenden auch noch zu sehen ist (vgl. **Abbildung 29**).



**Abbildung 26:** Häufigkeit der Verwendung von Prototypen in den jeweiligen Entwicklungsabschnitten, <sup>1</sup>(n = 98), <sup>2</sup>(n = 93), <sup>3</sup>(n = 92)

# Prototyping im agilen Umfeld

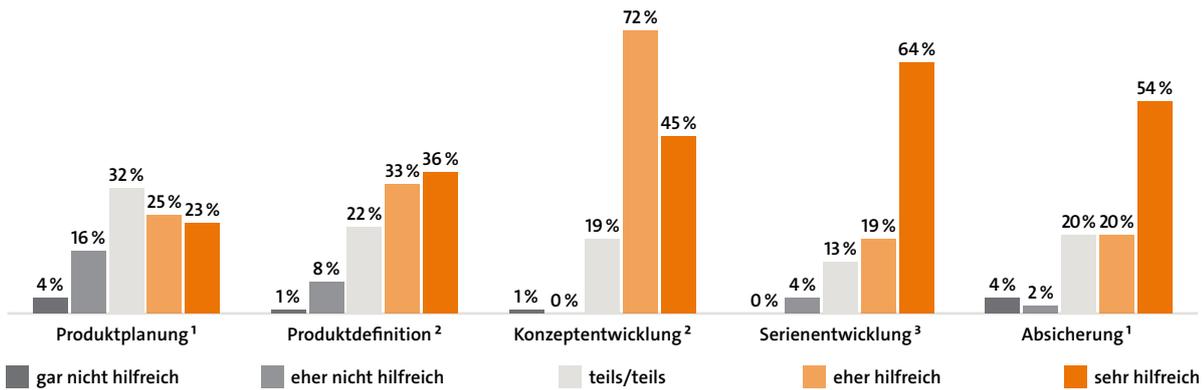


Abbildung 27: Unterstützung durch Prototypen in den jeweiligen Entwicklungsabschnitten, <sup>1</sup>(n = 92), <sup>2</sup>(n = 97), <sup>3</sup>(n = 94)

Im Vergleich dazu wurden die Teilnehmer zudem gefragt, wie sehr das Erstellen von Prototypen den agilen Entwicklungsprozess im Gesamten unterstützt (1 = „gar keine Unterstützung“ bis 7 = „sehr große Unterstützung“): Im Schnitt attestierten die Teilnehmer der Erstellung von Prototypen eine große Unterstützungsleistung (Ø 5,57) wie in **Abbildung 28** dargestellt.



Abbildung 28: Unterstützung durch Prototypen allgemein, n = 96

Nachdem die Umsetzbarkeit von Prototypen in den entsprechenden Phasen des Produktentwicklungsprozesses also bereits in Frage steht, sollten die Teilnehmer im Folgenden bewerten, wie einfach oder schwierig die Gestaltung der Prototypen ist (**Abbildung 29**). Ersichtlich ist, dass die Gestaltung von Prototypen in frühen Phasen als schwieriger bewertet wird, als die Umsetzung selbiger in späteren Entwicklungsstadien.

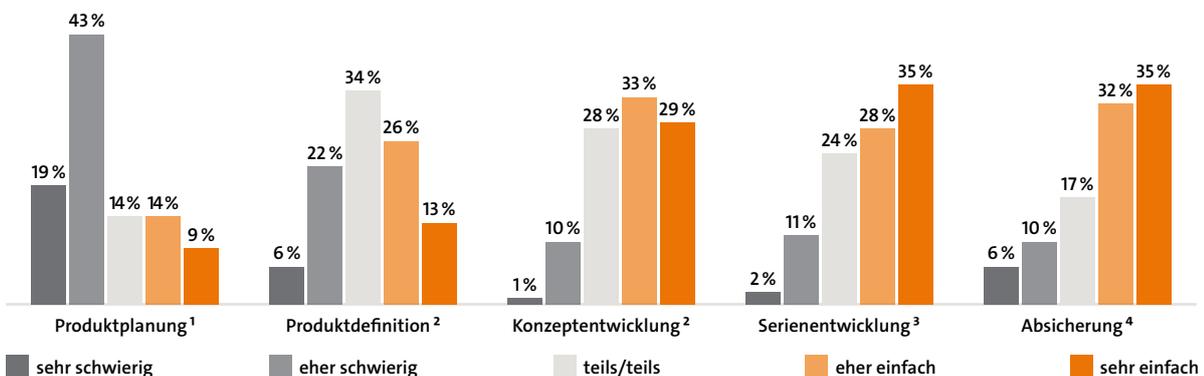


Abbildung 29: Schwierigkeit der Gestaltung/Umsetzung von Prototypen in den jew. Entwicklungsabschnitten, <sup>1</sup>(n = 90), <sup>2</sup>(n = 94), <sup>3</sup>(n = 89), <sup>4</sup>(n = 87)

► Dies könnte erneut ein Hinweis auf die Ambiguität des Begriffs Prototyp sein. Resultierend daraus scheint eine Definition des Begriffs zur Abgrenzung notwendig. Ein weiterer Erklärungsansatz könnte der Aufwand zur Erstellung von Prototypen sein. Gerade in früheren Stadien erfordert das Erstellen von erlebbar Prototypen mehr Kreativität als zu späteren Zeitpunkten innerhalb der Entwicklung von mechatronischen Produkten, in denen die Funktionsweise dann bereits weitgehend festgelegt ist.

Das Autorenteam wollte von den Teilnehmern wissen, bei welchen Aufgaben Prototypen zum Einsatz kommen (**Abbildung 30**). Die gruppierten Balken zeigen, dass drei Viertel der Teilnehmer den Einsatz von Prototypen bei Usability-Tests als sehr empfehlenswert bewerteten. Dies ist hinsichtlich der Funktion von Usability-Tests nicht verwunderlich, da hier die Gebrauchstauglichkeit des Produktes geprüft wird. Den drei nachfolgenden Aufgaben Kommunikation mit Stakeholdern, Validierung und Absicherung wurde ebenfalls mehrheitlich eine hohe Empfehlung attestiert. Thematisch liegen Validierung, Absicherung und Usability-Tests eher beieinander als isoliert, weshalb diese Ergebnisse



# Prototyping im agilen Umfeld

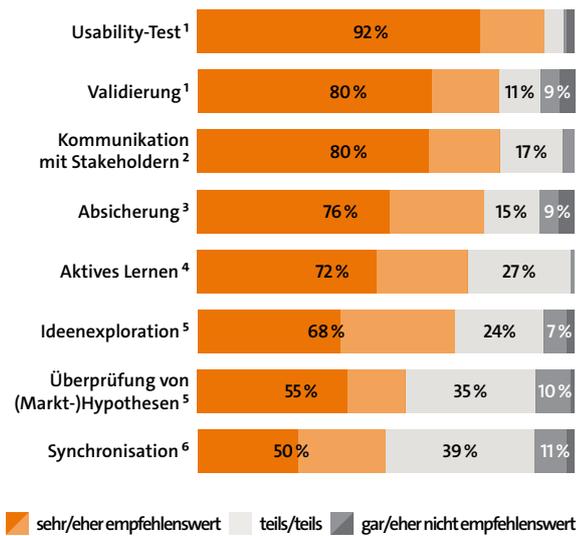


Abbildung 30: Empfehlung des Einsatzes von Prototypen nach Anwendungsfall, <sup>1</sup>(n = 100), <sup>2</sup>(n = 101), <sup>3</sup>(n = 96), <sup>4</sup>(n = 99), <sup>5</sup>(n = 98), <sup>6</sup>(n = 94)

nicht sonderlich überraschend scheinen. Interessanter ist, dass der Einsatz zur *Kommunikation mit den Stakeholdern* „nur“ zu 80 Prozent empfohlen wird. Interessant deshalb, da im Bereich der agilen Produktentwicklung bereits in frühen Entwicklungsphasen Inkremente von substantiellem Wert generiert werden sollen. Hinsichtlich dieser Aussage könnte künftig weiterhin untersucht werden, wie die hier genannten Prototypen hinsichtlich Maß und Umfang aussehen könnten, gerade in Bezug auf die Einschränkungen der Körperlichkeit. Betrachtet man die Aufgaben der *Ideenexploration* sind nur etwas über die Hälfte der Teilnehmer der Meinung, dass der Einsatz von Prototypen empfehlenswert ist. Hinsichtlich dieses kreativen Aufgabenfeldes ist es interessant zu beleuchten, warum 40% dies anders bewerteten. Möglicherweise könnte es hier ebenfalls zu Verständnisabweichungen hinsichtlich des Begriffes

des Prototyps gekommen sein. Gleiches gilt für den Begriff der *Synchronisation*.

Abschließend wollte das Autorenteam in Erfahrung bringen, wie sehr die Teilnehmer den Aussagen hinsichtlich des Einsatzes von Prototypen wie in **Abbildung 31** zustimmen oder nicht. Dass Prototypen gemäß den Aussagen der Teilnehmer eher kontextspezifisch genutzt werden, spiegelt sich in den ersten beiden Aussagen des gruppierten Balkendiagramms wider. Zudem ist die Hälfte der Teilnehmer der Auffassung, dass Prototypen auf kooperativer Basis mit den End-/ Nutzern getestet werden. Möglicherweise sehen die Teilnehmer die Stärken des Prototypings eher in der Kommunikation von Ist-Ständen mit Nutzern und Stakeholdern (vgl. **Abbildung 30**). In Hinblick auf die agile Entwicklung wurde weiterhin in Erfahrung gebracht, wie sich die Anzahl der Prototypen seit Einführung dieser Entwicklungsphilosophie verändert hat. Hierbei stimmten 48% (eher) zu, dass die Anzahl der Prototypen im Rahmen der agilen Entwicklung zunahm. 34% hingegen stimmten der Aussage (eher) nicht zu.

► *Letzteres könnte dem Umstand geschuldet sein, dass diejenigen, die keinen Zuwachs der Prototypenanzahl verzeichnen konnten, durch die Einschränkungen der Körperlichkeit gerade in frühen Entwicklungsabschnitten keinen Weg zu deren sinnvoller Umsetzung gefunden haben. Andererseits könnte die Anzahl dort gestiegen sein, wo Prototypen nicht nur als physische Objekte definiert worden sind und somit der agilen Arbeitsweise zugute kamen. Gerade der physische Aspekt von Prototypen, welcher häufig in den Vordergrund gerückt wird, könnte die Verteilung der vorstehenden Aussagen erklären:*

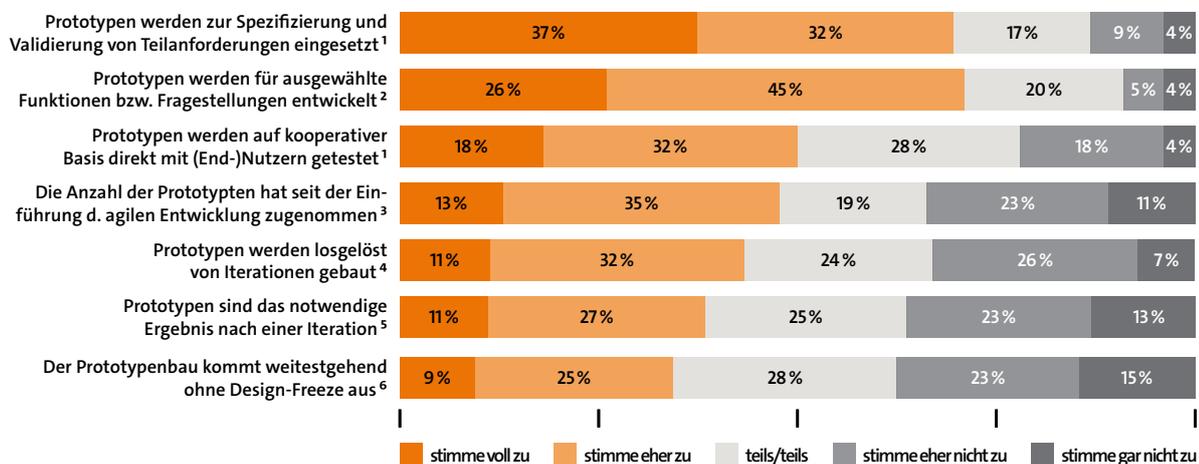


Abbildung 31: Zustimmung hinsichtlich o.g. Aussagen, <sup>1</sup>(n = 100), <sup>2</sup>(n = 99), <sup>3</sup>(n = 92), <sup>4</sup>(n = 97), <sup>5</sup>(n = 99), <sup>6</sup>(n = 96)

## Prototyping im agilen Umfeld

Ferner sollten die Teilnehmer bewerten, ob Prototypen zum einen losgelöst von Iterationen gebaut werden und zum anderen, ob Prototypen das notwendige Ergebnis einer Iteration seien. Bei ersterem Sachverhalt gaben 43% der Teilnehmer an, dieser Aussage (eher) zu zustimmen, wohingegen 33% dieser (eher) nicht zustimmten. Bei letzterem sind die Teilnehmer mehrheitlich der Auffassung, dass ein Prototyp kein notwendiges Ergebnis einer Iteration sein muss. Lediglich etwa ein Zehntel der Teilnehmer sah hier eine entsprechende Notwendigkeit.

► *Im Vergleich zu Software-Entwicklung, bei welcher ein auslieferbares Produkt nach jeder Iteration präsentiert werden kann, scheint sich die Entwicklungsphilosophie in der Mechatronik hiervon bisher grundlegend zu unterscheiden. Auch hier könnten die Einschränkungen der Körperlichkeit ein möglicher Grund für diese Bewertung sein.*



**Drei Viertel der Teilnehmer sehen die COVID-19-Pandemie als Katalysator für agiles Arbeiten.**

**Die Werte des agilen Manifests behalten auch im Rahmen der COVID-19-Pandemie ihre Gültigkeit.**

**Eine Entwicklung weg von der konventionellen Präsenzarbeit zeichnet sich ab.**

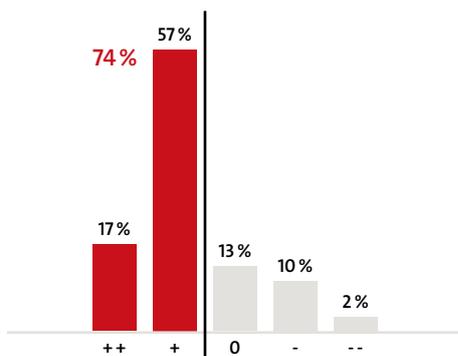


## 5 COVID-19-Pandemie

Im letzten Kapitel der Studie wird die agile Entwicklung unter dem Gesichtspunkt der COVID-19-Pandemie beleuchtet. Seit Beginn der Ausbreitung der Infektionskrankheit COVID-19 im Jahr 2020 [9] ist diese branchenübergreifend und global von großer Bedeutung. Weltweit stellte der Ausbruch die Menschen vor neue zu bewältigende Aufgaben und Maßnahmen abseits des Normalzustandes. Ausgangsbeschränkungen sowie Ausgangssperren waren ein Teil der umzusetzenden Maßnahmen in der Bevölkerung. Es verwundert also nicht, dass auch die Unternehmen von dieser Pandemie direkt oder indirekt betroffen waren. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Einschätzungen der Teilnehmer hinsichtlich der Auswirkungen der COVID-19-Pandemie dargelegt.

### 5.1 Auswirkungen der Pandemie

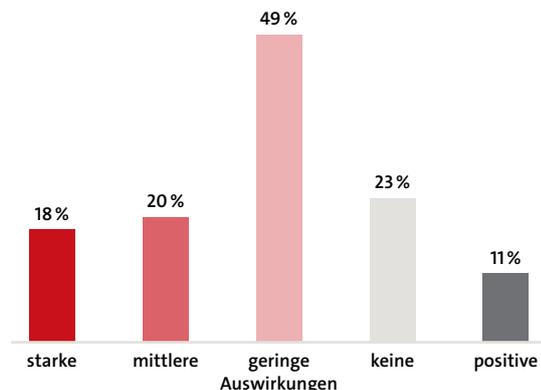
Im Rahmen der ersten Frage sollten die Teilnehmer angeben, inwiefern die COVID-19-Pandemie Auswirkungen auf die Anwendung agiler Projektarbeit hatte. Die Antworten werden in **Abbildung 32** dargestellt. Hinter den Antwortmöglichkeiten steht eine 5-Punkte-



**Abbildung 32:** COVID-19-Pandemie als Katalysator für die agile Projektarbeit, n = 69

Bewertung des Likert-Typs (1=„Agile Projektarbeit wird nun noch stärker vorangetrieben, weil es uns geholfen hat, mit den Veränderungen besser umzugehen“ über 3=„keine Änderung“ bis 5=„Agile Projektarbeit hat sich nicht bewährt und wird nicht weiter vorangetrieben“). 12% der Teilnehmer waren der Meinung, dass die COVID-19-Pandemie als Inhibition für die agile Projektarbeit angesehen werden kann. Im Gegenzug war das Gros der Teilnehmer (74%) der Auffassung, dass die agile Projektarbeit durch die Pandemie eher vorangetrieben worden ist.

**Abbildung 33** beruht auf der Codierung des Autorenteam's weiterer Freitext-Antworten hinsichtlich der Auswirkungen der Pandemie auf die agile Arbeitsweise. Es ist zu erkennen, dass 18% der Teilnehmer in Bezug auf die agile Arbeitsweise mit starken Auswirkungen zu kämpfen hatten. Fehlende technische Voraussetzungen zur Arbeit mit vertraulichen Informationen, aber auch die Einarbeitung von neuen Mitarbeitern innerhalb eines agilen Teams waren für die Betroffenen Einschränkungen, die schwer zu überwinden waren. Im Gegensatz dazu empfanden 11% der Teilnehmer die Auswirkungen der Corona-Beschränkungen als positiv. Die Mehrheit der Teilnehmer gab jedoch an, dass



**Abbildung 33:** Auswirkungen auf die agile Arbeitsweise, n = 80



# COVID-19-Pandemie

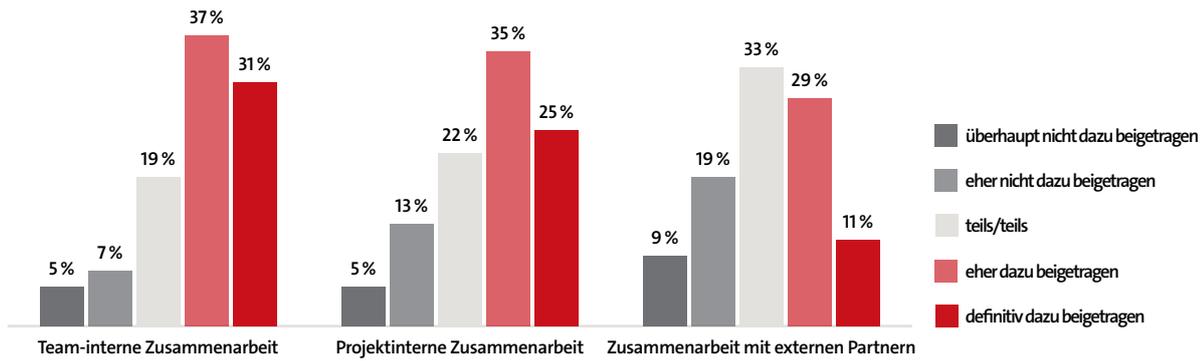


Abbildung 34: Beitrag agiler Arbeitsweisen zur Zusammenarbeit unter den Corona-Beschränkungen im jeweiligen Bereich, n = 94, 92, 86 (v.l.n.r.)

sie keine oder nur geringe Auswirkungen in Folge der Corona-Beschränkungen verspürten. Durch Einführung digitaler Tools konnte die Kommunikation zwischen den Mitarbeitern und Kollegen gewährleistet werden. Einige Teilnehmer gaben jedoch zu bedenken, dass die Arbeit im Pandemiekontext weniger effektiv sei und dass die soziale Distanz an der einen oder anderen Stelle für Auseinandersetzungen sorgte.

## 5.2 Agiles Arbeiten während der Pandemie

In diesem Abschnitt wird deskriptiv erläutert, inwiefern die agile Arbeitsweise dazu beigetragen hat, auch unter Corona-Beschränkungen die Zusammenarbeit fortzuführen. **Abbildung 34** wurde nach drei Situationen kategorisiert, auf welche sich die Teilnehmer jeweils beziehen sollten. Zunächst wurde nach der team-internen Zusammenarbeit gefragt, anschließend nach projektinterner Zusammenarbeit und abschließend nach der Zusammenarbeit mit externen Partnern. Zu erkennen ist, dass sich von links (*Team-interne Zusammenarbeit*) nach rechts (*Zusammenarbeit mit externen Partnern*) eine zunehmend symmetrische Gaußverteilung

stellt. Im Team hat die agile Arbeitsweise in Folge der Corona-Beschränkungen mehr zur Zusammenarbeit beigetragen als bei der projektinternen oder gar externen Zusammenarbeit.

Auch die vier Grundwerte des agilen Manifests [5] wurden im Kontext der COVID-19-Pandemie und der mechatronischen Entwicklung auf den Prüfstand gestellt. So bildet die **Abbildung 35** die Einschätzung der Teilnehmer hinsichtlich der Gültigkeit jenes Manifests ab. Tendenziell sind sich die Teilnehmer einig, dass sich über die vier Werte hinweg eher keine Veränderung oder vielmehr noch eine höhere Gültigkeit einstellte. Gerade in Bezug auf den Wert „*Reagieren auf Veränderung über das Befolgen eines Plans*“ ist die Befürwortung deutlich ersichtlich.

Um das Kapitel zur COVID-19-Pandemie zum Abschluss zu bringen, wurden die Teilnehmer gefragt, welche künftigen Veränderungen in Bezug auf agile Arbeitsweisen zu erwarten sind. Die Verteilung ist in **Abbildung 36** dargelegt. Hierbei ist zu erwähnen, dass die Auswertung auch hier über eine Codierung der entsprechenden Freitext-Antworten durchgeführt wurde.

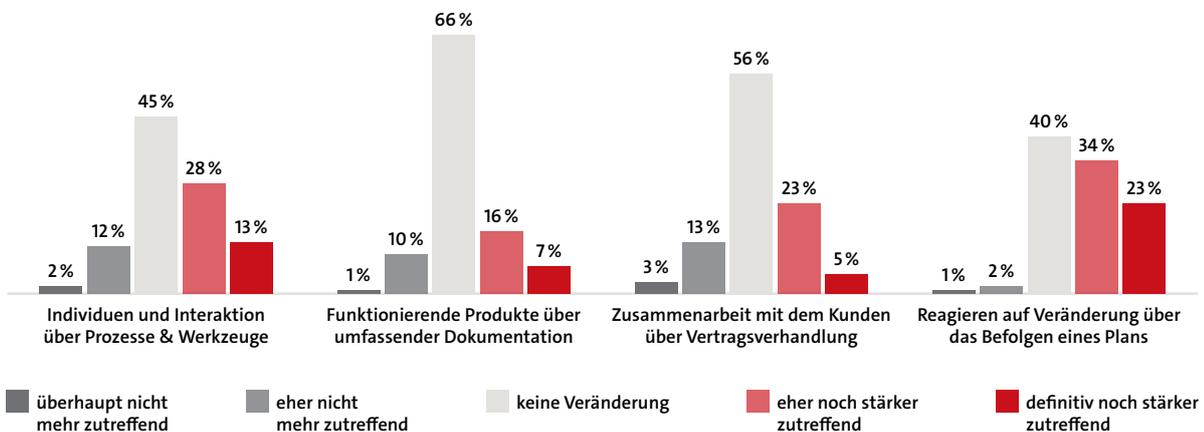


Abbildung 35: Gültigkeit der Werte des agilen Manifests in Zeiten der COVID-19-Pandemie, n = 95, 97, 96, 97 (v.l.n.r.)



# COVID-19-Pandemie

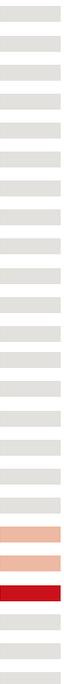
So gaben 59% der Teilnehmer an, dass eine Zunahme der Digitalisierung und Vernetzung zu erwarten ist. Weiterhin wurde von 52% der Teilnehmer geäußert, dass eine Abnahme der physischen Präsenz und eine Abnahme der physischen Interaktionen eine mögliche Konsequenz sein könnte.



Abbildung 36: Erwartete künftige Veränderungen durch die COVID-19-Pandemie, n = 56

Mehr als ein Drittel schätzen ein, dass eine Zunahme von Telearbeit, mobilem Arbeiten und Home-Office zu erwarten sei. Ein bedeutend kleinerer Anteil gab an, dass über potenzielle Auswirkungen nurmehr spekuliert werden könne. Interessanterweise gab ein ebenfalls eher kleiner Teil zu Protokoll, dass eine Zunahme der agilen Arbeitsweise zu erwarten sei.

Abschließend lässt sich sagen, dass die COVID-19-Pandemie, wie bereits vermutet, die Digitalisierung und Vernetzung, aber auch das dezentralisierte Arbeiten eher vorantreibt.



## 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 38 Fragen in fünf Bereichen analog zu den vorliegenden Kapiteln. 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 Dezember 2020 bis März 2021 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 spezifischen Facebook-Gruppen verteilt. Insgesamt haben 126 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 [10] 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. ► *Kommentare der Autoren* wurden als solche gekennzeichnet.



## Quellenverzeichnis

1. Schmidt, T. S., Weiss, S., Paetzold, K., & Institut für Technische Produktentwicklung. (2018). Agile Development of Physical Products: An Empirical Study about Motivations, Potentials and Applicability. <https://athene-forschung.unibw.de/123309>
2. Schmidt, T. S., Atzberger, A., Gerling, C., Schrof, J., Weiss, S., Paetzold, K. (2019). Agile Development of Physical Products: An Empirical Study about Potentials, Transition and Applicability.
3. 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. [https://doi.org/10.18726/2020\\_5](https://doi.org/10.18726/2020_5)
4. Ovesen, N. (2012). The Challenges of Becoming Agile: Implementing and Conducting Scrum in Integrated Product Development [PhD Thesis]. Department of Architecture and Design, Aalborg University.
5. Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Schwaber, K., Sutherland, J., & Thomas, D. (2001). Manifesto for Agile Software Development. <https://agilemanifesto.org/>
6. Bender, B., Gericke, K., Pahl, G., & Beitz, W. (Hrsg.). (2021). Pahl/Beitz Konstruktionslehre: Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung (9. Auflage). Springer Vieweg.
7. Lindemann, U. (Hrsg.). (2016). Handbuch Produktentwicklung. Hanser.
8. VDI 2221 Blatt 1:2019-11. Entwicklung technischer Produkte und Systeme—Modell der Produktentwicklung. Beuth.
9. Schetter, F. (2020). Corona-Krise (APUZ 35-37/2020; Aus Politik und Zeitgeschichte). Bundeszentrale für Politische Bildung. <https://www.bpb.de/apuz/314340/editorial>
10. Bortz, J., & Schuster, C. (2010). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler (7., vollst. überarb. und erw. Aufl). Springer.

## 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 unseren Unterstützer, 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 2021er Ausgabe liegt der Fokus auf den Bereichen Verständnis, Anwendung, Prototyping sowie Herausforderungen und Auswirkungen der COVID-19-Pandemie. 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

