

# Analyse des Einflusses von Faktoren auf die agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten in der Entwicklung physischer Systeme

Jonas Heimicke, Tobias Rösel, Alber Albers

*Zur Realisierung individualisierter Produkte halten agile Arbeitsweisen vermehrt Einzug in Prozesse von produzierenden Unternehmen. Dabei ist die Durchdringung agiler Arbeitsweisen durch die etablierten Prozesse in den Entwicklungsabteilungen produzierender Unternehmen aktuell sehr gering; ein Großteil der Unternehmen beginnt jedoch die punktuelle Einführung agiler Arbeitsweisen in ausgewählten Pilotprojekten. Die Anwendung agiler Arbeitsweisen führt in den Prozessen der Entwicklung physischer Systeme zu neuen Herausforderungen und unbekanntem Entwicklungsrisiken, die den Vorteilen von Agilität gegenüberstehen. Deswegen ist die Einführung agiler Vorgehensweisen in die Prozesse der Entwicklung physischer Systeme ein Problemlösungsprozess. Die Art, nach der Agilität für einen Anwendungsfall gestaltet wird und in diesen eingeführt wird muss demnach zum Anwendungsfall passen und ist stets individuell. Um diese Individualität in der Einführung agiler Arbeitsweisen zu ermöglichen wurden in Vorarbeiten bereits 228 Faktoren identifiziert, die Einfluss auf die agilen Arbeitsweisen verschiedener Organisationseinheiten haben. Die gezielte Beeinflussung ausgewählter Einflussfaktoren durch geeignete agile Methoden führt zu einer Anwendungsfall-spezifischen Gestaltung und Einführung agiler Vorgehensweisen und erhöht die Eignung des Ansatzes im Vergleich zu einer Anpassungs-freien Einführung. Im vorliegenden Beitrag wird eine Verknüpfung der Faktoren erarbeitet, um Schlüsselfaktoren abzuleiten. Durch die gezielte Beeinflussung dieser soll die Veränderung durch die Einführung agiler Methoden hinsichtlich ihrer Ausbreitung in den Entwicklungskontext gezielt verstärkt werden. Analog zum Szenario Management werden bezüglich der Faktoren mittels einer Vernetzungsanalyse verschiedene Kennzahlen ermittelt. Basierend auf der Analyse kann die Tragweite der Einführung von agilen Methoden genauer eingeschätzt werden und die zielgerichtete Auswahl von agilen Methoden für die Einführung in die Prozesse der physischen Produktentwicklung unterstützt werden.*

*Keywords: Agile Produktentwicklung, Produktentwicklungsprozess, ASD – Agile Systems Design.*

## Einleitung

Seit der Verfestigung des *Agilen Manifests* im Jahr 2001 (Fowler und Highsmith 2001) halten agile Ansätze Einzug in die Entwicklungsprozesse von Unternehmen – vornehmlich im Bereich der Entwicklung von Software (digital.ai 2020). Da Ansätze wie *Scrum* (Schwaber und Sutherland 2017) und *Design Thinking* (Plattner et al. 2011) durch ihr kurzzyklisches und iteratives Vorgehen in der Entwicklung sowie kontinuierliches Einholen von Kundenfeedback eine erhöhte Reaktionsfähigkeit des Entwicklerteams gegenüber Änderungen im Entwicklungskontext ermöglichen (Albers et al. 2019a), streben zunehmend Entwicklerteams produzierender Unternehmen nach einem verstärkt agileren Vorgehen in der Entwicklung (Atzberger et al. 2020). Da die etablierten agilen Ansätze jedoch auf Best Practices aus der Entwicklung von Software und den hier spezifischen Randbedingungen beruhen, treten bei der Anwendung agiler Praktiken in der Entwicklung physischer Systeme in hierarchisch geprägten Organisationen neue Herausforderungen auf (Zimmermann et al. 2019; Ovesen 2012). Um die Herausforderungen gering zu halten und die Nachhaltigkeit der Einführung von Agilität zu erhöhen, muss ein agiler Ansatz individuell für den jeweiligen Anwendungsfall entwickelt und eingeführt werden (Heimicke et al. 2021b). Dabei existiert eine Vielzahl an Einflussfaktoren auf die agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten (Albers et al. 2020). Um die individuelle Einführung von Agilität zu unterstützen und gezielter durchzuführen, werden im vorliegenden Beitrag die Wechselwirkungen dieser Faktoren aufeinander analysiert.

## Stand der Forschung

### Agile Produktentwicklung

Klassische, plangetriebene Ansätze, wie der *Stage-Gate-Prozess* nach COOPER (Cooper 1990) oder die ursprüngliche Version der VDI 2221 (1993) setzen die vollständige Formulierung der Anforderungen an ein Produkt voraus, bevor die Konzeptionierung dieses Produkts erfolgt. Sie strukturieren den Produktentstehungsprozess in Phasen, an deren Ende ein Meilenstein steht (Petersen und Wohlin 2010). Da in plangetriebenen Ansätzen eine Validierung des entwickelten Systems üblicher Weise erst spät erfolgt, eignen sie sich in stabilen Umfeldern mit klaren Anforderungen bereits zu Projektbeginn (Boehm und Turner 2003). Agile Ansätze eignen sich in der Theorie insbesondere in Projekten, in denen die Anforderungen an ein Produkt zu Projektbeginn unklar sind. Ein bekannter Ansatz ist das Scrum-Framework (Schwaber und Sutherland 2017). Kern von Scrum ist ein kurzzyklisches Entwickeln in 4-wöchigen Sprints. Zu Beginn eines je-

den Sprints erfolgt die Planung der Aufgaben, die ein Entwicklerteam im Sprint bearbeitet. Zum Ende des Sprints wird ein funktionsfähiges Inkrement mit den Stakeholdern überprüft und daraus Anforderungen an das Produkt weiter konkretisiert. Sie dienen als Basis für den nächsten Sprint. Dabei werden verschiedene Rollen, Events und Artefakte formuliert, die es dem Entwicklerteam ermöglichen, den Fokus auf die Entwicklungsarbeit und die kontinuierliche Absicherung des Produkts zu legen. (Gloger 2016)

In der Entwicklung physischer Systeme ist Scrum jedoch nur bedingt geeignet (Schmidt et al. 2017; Goevert et al. 2019). Um die Entwicklung physischer Systeme integriert zu betrachten und dabei bestehendes Produktwissen systematisch in der Entwicklung einfließen zu lassen, entwickelt ALBERS mit seinem Forscherteam seit über 20 Jahren Elemente, die die agile Entwicklung physischer Systeme in Einklang mit den hier vorherrschenden Randbedingungen unterstützen und fasst diese Elemente in dem Ansatz des *ASD – Agile Systems Design* zusammen. Der Ansatz fußt auf 9 Grundprinzipien zur agilen Entwicklung physischer Systeme, die dann durch geeignete Methodenkombination im Produktentstehungsprozess umgesetzt werden. (Albers et al. 2019b)

### **Situations- und bedarfsgerechte Einführung agiler Elemente**

Die Einführung von Agilität muss den in der jeweiligen Organisation vorliegenden Rahmenbedingungen genügen und zur Kultur des jeweiligen Unternehmens passen. Demnach sollte die Einführung von Agilität keine kurzfristige und aufwendige Bemühung sein, sondern ist vielmehr ein Prozess. (Diebold et al.) Für die situations- und bedarfsgerechte Einführung von Agilität durch Elemente des *ASD – Agile Systems Design* haben Heimicke et al. (2021a) einen Problemlösungsprozess entwickelt, der die spezifische Situation eines beliebigen Anwendungsfalls aufnimmt und auf dieser Grundlage einen zum Anwendungsfall passenden SOLL-Zustand ermittelt. Zur Erreichung dessen wird im Zuge des Problemlösungsprozesses eine geeignete Auswahl von Prozessmodellen und Frameworks zur Koordination der strategischen Ebene sowie eine handhabbare Anzahl an Methoden und Praktiken zur Förderung von Agilität auf der operativen Ebene vorgeschlagen (vgl. Abbildung 1) (Heimicke et al. 2021c). Die vorgeschlagenen Elemente auf strategischer und operativer Ebene passen zu den vorliegenden Gegebenheiten im Anwendungsfall, sodass im Zuge der Transformation kein grundsätzlich neues Vorgehen erlernt werden muss. (Heimicke et al. 2021a) Die Basis für die Einschätzung der Situation in einem bestimmten Anwendungsfall in der Entwicklung stellt die Identifikation von geeigneten Stellgrößen in den ersten beiden Methodenschritten dar. Zu diesem Zweck wurden über 225 Faktoren in der Methode hinterlegt, die einen Einfluss auf die agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten haben. Dabei

erhält der Anwender nach der Beantwortung einiger Fragen und der Priorisierung von Handlungsfeldern (Hales und Gooch 2004; Gericke et al. 2013) eine Auswahl dieser Faktoren, die im weiteren Verlauf der Einführung agiler Elemente optimiert werden sollen. (Albers et al. 2020)

	S Situationsanalyse	P Problem eingrenzung	A Alternative Lösungssuche	L Lösungsauswahl	T Tragweitenanalyse	E Entscheiden und Umsetzen	N Nachbereiten und Lernen
Input	Vage identifiziertes Verbesserungspotential Wunsch agiler zu werden Projektinitiierung	Situations- beschreibende Informationen initiale Vorstellung bzgl. möglicher Verbesserungspotentiale	Bedarf der Überwindung des Ist- und Soll-Zustand Zielsystem Relevante Faktoren	Vorschläge der alternativen Prozesslösungen IST-Organisationsform Reglementierung	Ausgewählte Prozesslösung Eignungseinschätzung	Prozesslösungen, Übersicht der Chancen, Risiken und Maßnahmen Beschreibung der methodischen Elemente	Wissen über • Methodenerarbeitung • Methodenanwendung • Die Qualität der durch die Prozesslösung generierten Ergebnisse
Beschreibung der Aktivität	IST-Situation von Aufbau- und Ablauforganisation explizieren Informationsdefizite identifizieren und nach Möglichkeit lösen Gründe für den Bedarf nach einer Anpassung verstehen	Kern des Problems identifizieren und das zu lösende Problem definieren Relevante Einflussfaktoren identifizieren Zielsystem (SOLL-Zustand) herleiten	Erfassen, analysieren, dokumentieren Alle Ideen konkretisieren Relevante Kriterien Tool gestützt betrachten	Relevante Entscheidungskriterien festlegen Anhand dieser auswählen, welche methodischen Elemente geeignet sind	Identifizieren von Chancen und Risiken in Abhängigkeit der Organisationsform und Methodenvorschlägen Einschätzung bezüglich Veränderbarkeit der Prozesslösung** entsprechende Maßnahmen ableiten	Entscheidung über Lösungsumsetzung treffen Ressourcen planen Einführung der Methode/Methodik planen und umsetzen	Bei veränderten Prämissen oder sonstigen Erkenntnissen im Laufe des Prozesses, Prozess ab den jeweiligen Schritt nochmal durchlaufen Framework für die individuelle Anwendung weiterentwickeln
Methode	IST-Analyse von Aufbau- und Ablauforganisation	SOLL-IST-Vergleich, Methodik zur Ausrichtung des Wandels hin zum agilen Arbeiten*	Tool zur Betrachtung aller relevanten Kriterien und zum Kalkulation von Methoden und Praktiken	Individueller Rankingsatz der methodischen Elemente in Abhängigkeit der Eingabe durch den Anwender	SWOT Analyse Erstellung eines individuellen Maßnahmenkatalogs zur Minimierung der Risiken und Realisierung der Chancen	SPALTEN ASD Innovationcoaching, KaLeP.	Lessons learned Sammlung und Umsetzung von Best Practices in der Anwendung der agilen Prozesslösung
Output	Verständnis über Aufbau und Ablauforganisation <b>Explizite Ziele</b> , die durch den Einsatz von mehr Agilität erreicht werden sollen	Definiertes <b>Zielsystem</b> (SOLL-Zustand) an die Prozesslösung <b>1. Handlungsfelder</b> <b>2. Faktoren</b> <b>3. Gewichtete ASD Prinzipien</b>	Potentielle <b>Alternative Prozesslösungen</b> aus Methoden, Methodiken und Praktiken zur Unterstützung in den jeweiligen Handlungsfeldern	<b>Ausgewählte Prozesslösung</b> <b>Einschätzung</b> hinsichtlich der <b>Eignung</b> der Prozesslösung in der Organisationsform	<b>Übersicht</b> über die Chancen und Risiken und daraus abgeleitete Maßnahmen (m t Fokus auf die Organisationsform)	<b>Beschluss</b> der Umsetzung der agilen Prozesslösung <b>Umsetzungsplan</b> <b>implementierte Prozesslösung</b>	Erhebung von <b>Erfolgstendenz</b> in der Anwendung der Prozesslösung*** <b>Evaluation</b> des Vorgehens während der Erarbeitung der Prozesslösung

\* mehrstufiges Verfahren zur Priorisierung agiler Prinzipien, wird ausführlich im Paper *Alignment of the change to agile through method-supported evaluation of agile principles in physical product development*, Albers, et al., 2020 erklärt  
\*\* bei Veränderung der Ausgangsage  
\*\*\* kurzfristig: in kurzzyklischen Abständen nach der Einführung(2- Wochen), Messung von KPIs; mittelfristig: Erhebung von KPIs nach Projektende; langfristig: nach 2-3 maliger Durchführung von entsprechenden Projekten oder quartalsweise

Abbildung 1: Framework zur Situations- und bedarfsgerechten Einführung von Agilität (Heimicke et al. 2021a)

## Forschungsdesign

### Forschungsbedarf und Zielsetzung

Die Einführung von Agilität mittels der beschriebenen Methode ist bisher in verschiedenen Anwendungsfällen erfolgt (Heimicke et al. 2019; Rapp et al. 2020). Allerdings wurde dabei nicht die Abhängigkeit der jeweils dem Veränderungsprozess zu Grunde liegenden Einflussfaktoren untereinander berücksichtigt. Etwaige Konflikte sowie bestehende Potentiale, die durch die Kenntnis dieser Abhängigkeiten entstehen, können daher aktuell nicht bewusst bedient werden. Aus diesem Grund werden im vorliegenden Beitrag die Einflussfaktoren auf die agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten hinsichtlich ihrer Abhängigkeiten untereinander untersucht. Daraus ergeben sich die folgenden Fragen:

1. Wie gestaltet sich der Zusammenhang zwischen den Einflussfaktoren, die auf die agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten wirken?
2. Welche Aussagen lassen sich durch die hier entstehenden Ursache-Wirkungs-Ketten im Kontext agiler Fähigkeiten von Organisationseinheiten treffen?
3. Welche Implikationen haben die identifizierten Zusammenhänge in der Tragweitenanalyse des Problemlösungsprozesses der agilen Transition?

### **Forschungsmethode**

Für die Ermittlung und Festlegung der Zusammenhänge wurde die Vernetzungsanalyse verwendet (Alexander Fink 2016). Diese funktioniert über einen paarweisen Vergleich von Faktoren. Zur Vorlage für den Vergleich der einzelnen Faktoren wurden die Handlungsfelder paarweise verglichen. Dieser Vergleich beruht auf einer Literaturrecherche und einer Auswahl von subjektiv entschiedenen Zusammenhängen. Danach erfolgte ein Vergleich der Faktoren deren Handlungsfelder einen Zusammenhang aufweisen. Zusätzlich wurden alle Faktoren innerhalb ein Handlungsfeldes verglichen. Daraus resultierte eine Vernetzung, die anhand von vier Kennzahlen (Aktivsumme, Passivsumme, Vernetzungsgrad und indirekte Beziehung) weiteranalysiert wurden. (Alexander Fink 2016, S. 80) Auf Basis dieser Kennzahlen wurden Schlüsselfaktoren identifiziert, die bei der Einführung agiler Ansätze eine hohe Relevanz, da hohen Einfluss haben.

### **Ergebnisse**

#### **Übergreifendes Ergebnis der Vernetzungsanalyse**

Nach der Bewertung der Faktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf die übrigen Faktoren können mit Hilfe der daraus abgeleiteten Kennzahlen zwei Diagramme erstellt werden, in denen alle Faktoren mit Aktiv-/ Passivsumme und mit indirekter Beziehung und Vernetzungsgrad enthalten sind. Folgend wird ersteres Diagramm gezeigt (Abbildung 2).

Fink teilt das Diagramm in 8 Bereiche auf. Die wichtigsten sind dabei die Bereiche im oberen rechten Quadranten in denen beide Kennzahlen im hohen Bereich liegen (Alexander Fink 2016). Die meisten Faktoren liegen in dieser Analyse im niedrigen Bereich für beide Kennzahlen. Dafür gibt es mehrere Gründe. Zunächst sind es insgesamt 991 Zusammenhänge und bei einer Anzahl von 228 Faktoren und einer Skala von 0 bis 25 müssen die meisten Faktoren in den niedrigen Bereich fallen. Für die weiteren Analyse

der Zusammenhänge sind die Faktoren wichtig, die nicht in diesem Bereich liegen und zumindest für mindestens eine Kennzahl größer sind. Diese Faktoren werden als Schlüsselfaktoren bezeichnet.

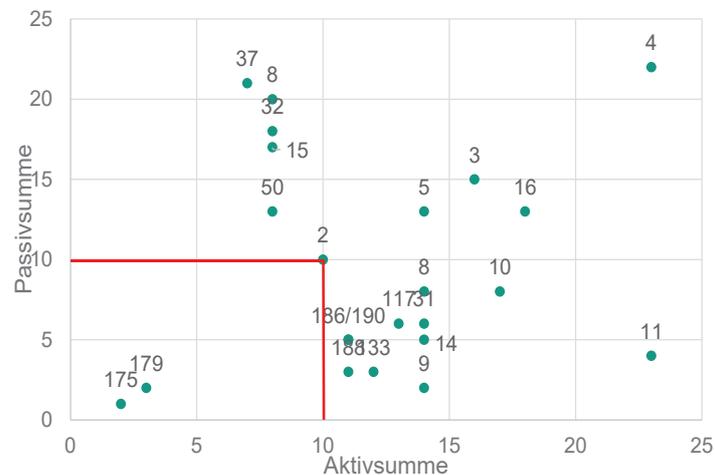


Abbildung 2: Übersicht über die Schlüsselfaktoren aufgeteilt nach Aktiv- und Passivsumme. Faktorenummerierung ist Abbildung 3 zu entnehmen

### Schlüsselfaktoren in agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten

Schlüsselfaktoren haben einen hohen Einfluss auf das Gesamtsystem – in diesem Fall die Organisation mit ihren agilen Fähigkeiten. Die Auswahl der Schlüsselfaktoren wurde über die Relevanz und die Vernetzung definiert (Alexander Fink 2016, S. 83). Zur Feststellung dieser beiden Bestandteile werden die Kennzahlen verwendet. Zunächst wurden Faktoren als Schlüsselfaktoren identifiziert, deren Aktiv- und Passivsumme größer als der Wert 10 ist (Faktor 2, 3 und 4).

Als weiteres Kriterium wurden alle Faktoren mitaufgenommen deren Aktivsumme über 10 ist, während die Passivsumme geringer ist (Faktor 14,31,77). Außerdem wurden manche Faktoren mitaufgenommen, deren Vernetzungsgrad über 100 liegt (Faktor 32,37,50). Dabei wurde der Fokus auf Faktoren gelegt, deren indirekte Beziehung hoch liegt, weil die Faktoren einen weitreichenderen Einfluss haben. Zuletzt wurden zwei Faktoren hinzugefügt, die aus den Handlungsfeldern „Prototyping“ und „Validierung“ stammen, um dem Unterschied der physischen Entwicklung im Gegensatz zur Entwicklung von reiner Software gerecht zu werden. Insgesamt ergeben sich daraus 23 Schlüsselfaktoren (siehe Abbildung 3).

Nr.	ID	Faktorname	AS	PS	ASxPS	IB
1.	2	Umgang mit den Einflüssen der normativen Welt	10	10	100	57
2.	3	Ausgestaltung der Hierarchie im Unternehmen	16	15	240	123
3.	4	Kollaboration im Unternehmen	23	22	506	153
4.	5	Ausgestaltung der Entscheidungswege	14	13	182	81
5.	8	Implementierung von agiler Transformation	8	20	160	33
6.	9	Einsatz von Agile Coach	14	2	28	88
7.	10	Umgang mit Autonomie der Teams	17	8	136	111
8.	11	Umgang mit Methodenschulungen für Mitarbeiter	23	4	92	104
9.	14	Angebot von Schulungen der Mitarbeiter	14	5	70	77
10.	15	Ausgestaltung der kreativen Freiräume	8	17	136	48
11.	16	Handhabung von Informationsbereitstellung und Informationsbeschaffung	18	13	234	88
12.	31	Handhabung von Top-Down Einigkeit	14	6	84	110
13.	32	Ausgestaltung des Austauschs neuer Ideen	8	18	144	50
14.	37	Ausgestaltung der Fehlerkultur	7	21	147	37
15.	50	Art des Umgangs	8	13	104	40
16.	77	Umgang mit Kommunikations-offenheit	14	8	112	112
17.	117	Gestaltung der Team Retrospectives	13	6	78	56
18.	133	Ausgestaltung der Projektsichtbarkeit	12	3	36	54
19.	175	Ausgestaltung des Prototypings	2	1	2	0
20.	179	Umgang mit Validierung	3	2	6	10
21.	186	Ausgestaltung der Fachkompetenzen und Expertenwissen	11	5	55	72
22.	188	Umgang mit Erfahrungswissen	11	3	33	50
23.	190	Ausgestaltung der Methodenkompetenzen	11	5	55	30

Abbildung 3: Übersicht über Schlüsselfaktoren, deren Aktiv- und Passivsumme sowie Vernetzungsgrad und indirekter Beziehung

Anhand dieser Grafik ergibt sich ein Eindruck des Ausmaßes der Einflüsse von den Schlüsselfaktoren. Sie dienen als repräsentativer Ausschnitt des Gesamtspektrums an Faktoren. Durch deren hohen Abhängigkeiten kann durch eine gezielte Veränderung ein großer Optimierungseffekt erzeugt und gleichzeitig viel an Ursprungsproblematiken erkannt werden. Die Probleme können oft nicht im Kern gelöst werden, solange manche Ursachen nicht auch bekannt sind und daraufhin gezielt behoben wurden.

Daher ist von größter Bedeutung das gesamte Handlungssystem im Zuge einer Veränderung ganzheitlich zu betrachten und nicht nur den unmittelbaren Wirkungsbereich eines Entwicklerteams agil zu gestalten. Derartige Fälle resultieren zumeist in einer lediglich kurzen Veränderung, die nicht nachhaltig ist.

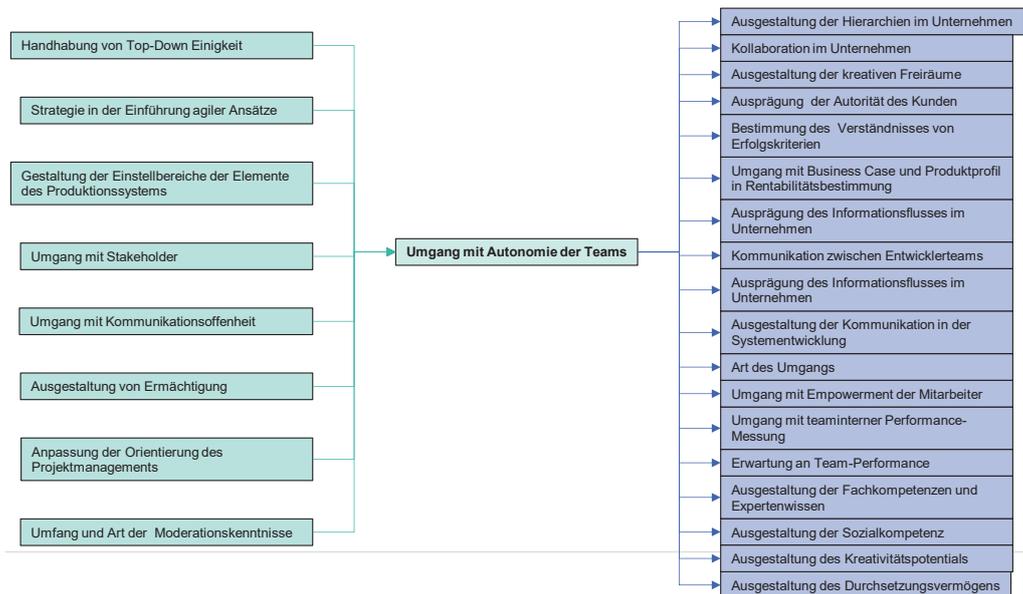


Abbildung 4: Darstellung der Vernetzung am Beispiel des Schlüsselfaktors Umgang mit Autonomie der Teams

Am Beispiel des Schlüsselfaktors „Umgang mit Autonomie der Teams“ (Faktornummer 10) wird im Folgenden die Kausalkette erläutert.

Die Autonomie für die Teams innerhalb eines Unternehmens wird über die Faktoren, die Ermächtigung ermöglichen („Ausgestaltung der Ermächtigung“) und die die Autonomie über klare Einigkeit der Entscheidungsgewalt gewährleisten („Handhabung von Top-Down-Einigkeit“), verstärkt und gehalten. Als weitere Einfluss wird die offene Kommunikation gesehen, die hilft eine größere Autonomie zu ermöglichen.

Die weitreichendere Autonomie schafft für die Mitarbeiter Freiheit ihre persönlichen Fähigkeiten besser zu entfalten und zu verbessern: „Ausgestaltung der Sozialkompetenz“, „Ausgestaltung des Kreativitätspotentials“, „Ausgestaltung des Durchsetzungsvermögens“. Außerdem fördert sie die „Ausgestaltung der kreativen Freiräume“ und die „Kollaboration im Unternehmen“. Es schafft außerdem eine bessere „Ausgestaltung der Hierarchien im Unternehmen“.

## Nutzung der Schlüsselfaktoren in der Einführung von Agilität

Die Methode nach Heimicke et al. (2021a) beinhaltet bisher die Auswahl von Faktoren für die Einführung von agilen Arbeitsweisen ohne deren Abhängigkeiten zu berücksichtigen. Durch die Schlüsselfaktoren kann in der Tragweitenanalyse des Problemlösungsprozesses eine Einordnung in ein Schema erfolgen, mittels dessen man die Potentiale und Risiken einer Veränderung der ausgewählten Faktoren einschätzen kann (siehe Abbildung 5). Dafür wurde jeweils die Summe aller vier Kennzahlen über alle Schlüsselfaktoren hinweg als Richtwert für das Maximum verwendet. Alle vier Kennzahlen wurden in drei Bereiche aufgeteilt (Niedrig, Mittel, Hoch) (siehe Abbildung 5). Der Anwender der Methode erhält nach der ersten spezifischen Festlegung der Faktoren die Einordnung des ausgewählten Faktorensystems für alle vier Kennzahlen angezeigt. Hierbei ist zu erwähnen, dass in der Festlegung von spezifischen Faktoren im Zuge der Methodendurchführung insgesamt 20 Faktoren als Stellgrößen ausgewählt werden, die nicht deckungsgleich mit den Schlüsselfaktoren sind. Jede Faktorenkombination führt daher zu spezifischen Kennzahlsummen und ebenso zu spezifischen Chancen und Risiken in der Einführung agiler Ansätze. Diese werden visuell dargestellt und dienen jedoch lediglich als Hinweis, hinsichtlich welcher Aspekte in der Einführung ein besonderer Fokus gesetzt werden kann (ist bspw. die gesamte Passivsumme einer Faktorenauswahl hoch, ist das System mutmaßlich sehr anfällig gegenüber Einflüssen, die nicht durch die Einführung agiler Ansätze adressiert wurden).

Spektrum/ Kennzahl	Aktivsumme	Passivsumme	Vernetzungsgrad	Indirekte Beziehung
Hoch	187-279	148-220	1050-1574	1828-2740
Mittel	94-186	74-147	526-1049	914-1827
Niedrig	0-93	0-73	0-525	0-913

Abbildung 5: Schema zur Einordnung und Bewertung eines in der spezifischen Anwendung der Methode nach Heimicke et al. (2021a) im Schritt P ausgewählten Faktorensystems

## Zusammenfassung und Ausblick

Die Einflussfaktoren bilden eine Grundlage für die Einführung von agilen Arbeitsweisen im Unternehmen. Aufgrund der hohen Anzahl ermöglicht diese Arbeit die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren zu erkennen und sie für eine Erweiterung der Methode nach Albers zu konkretisieren. Die Schlüsselfaktoren, die auf Basis von

vier Kennzahlen und der Analyse der Zusammenhänge, ermittelt wurden, dienen als Richtwert für die Tragweitenanalyse und helfen bei einer zielgerichteteren Auswahl von Faktoren. Die Auswahl und Betrachtung können dem Anwender auch Sicherheit geben, die seiner Meinung nach beste Art der Einführung zu ermöglichen, die spezifisch auf sein Unternehmen angepasst ist.

Im Weiteren kann eine Verknüpfung der Faktoren mit Methoden und Praktiken die Einführung garantieren. Die bisherige Arbeit und Methodik betrachteten lediglich die zielgerichtete Auswahl garantiert und keine erfolgreiche Einführung. Das sind Themen mit den eine Weiterführung der bisherigen Arbeit zu einer erfolgreichen und spezifischen Problemlösungsmethode für die Einführung von agilen Arbeitsweisen im Unternehmen führen kann.

## Literaturverzeichnis

Albers, Albert; Heimicke, Jonas; Müller, J.; Spadinger, M. (2019a): Agility and its Features in Mechatronic System Development: A Systematic Literature Review. In: *Proceedings of 30th ISPIM Innovation Conference*, n.p.

Albers, Albert; Heimicke, Jonas; Spadinger, Markus; Reiss, Nicolas; Breitschuh, Jan; Richter, Thilo et al. (2019b): A systematic approach to situation-adequate mechatronic system development by ASD - Agile Systems Design. In: *Procedia CIRP* 84, S. 1015–1022. DOI: 10.1016/j.procir.2019.03.312.

Albers, Albert; Heimicke, Jonas; Trost, Sebastian; Spadinger, Markus (2020): Alignment of the change to agile through method-supported evaluation of agile principles in physical product development. In: *Proceedings of 30th CIRP Design Conference*, S. 600-614. DOI: 10.1016/j.procir.2020.02.218

Alexander Fink, Andreas Siebe (Hg.) (2016): Szenario-Management. Vom Strategischen Vorausdenken zu zukunftsrobusten Entscheidungen. Frankfurt/New York: Campus Verlag.

Atzberger, Alexander; Nicklas, Simon Jakob; Schrof, Julian; Weiss, Stefan; Paetzold, Kristin (2020): Agile Entwicklung physischer Produkte.

Boehm, B.; Turner, R. (2003): Using risk to balance agile and plan-driven methods. In: *Computer* 36 (6), S. 57–66. DOI: 10.1109/MC.2003.1204376.

Cooper, Robert G. (1990): Stage-gate systems: A new tool for managing new products. In: *Business Horizons* 33 (3), S. 44–54. DOI: 10.1016/0007-6813(90)90040-I.

Diebold, Philipp; Küpper, Steffen; Zehler, Thomas: Nachhaltige Agile Transition: Nachhaltige Agile Transition: Symbiose von technischer und kultureller Agilität. In: *Projektmanagement und Vorgehensmodelle*, S. 121–126.

digital.ai (2020): 14th Annual State of Agile Report. Online verfügbar unter <https://explore.digital.ai/state-of-agile/14th-annual-state-of-agile-report>.

Fowler, M.; Highsmith, J. (2001): The Agile Manifesto. In: *Softw. Dev.* 9, S. 28–35, zuletzt geprüft am 14.11.2017.

Gericke, K.; Meißner, M.; Paetzold, K. (2013): Understanding the context of product development. In: *Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design (ICED13) Design For Harmonies 75* (3), zuletzt geprüft am 07.08.2018.

Gloger, Boris (Hg.) (2016): Scrum. Produkte zuverlässig und schnell entwickeln. 5., überarbeitete Auflage. München: Carl Hanser Verlag.

Goevert, Kristin; Heimicke, Jonas; Lindemann, Udo; Albers, Albert (2019): Interview Study on the Agile Development of Mechatronic Systems. In: *Proc. Int. Conf. Eng. Des.* 1 (1), S. 2287–2296. DOI: 10.1017/dsi.2019.235.

Hales, C.; Gooch, S. (2004): *Managing Engineering Design*. Second Edition. London: Springer. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-85729-394-7>.

Heimicke, Jonas; Dühr, Katharina; Krüger, Madita; Ng, Gha-Leng; Albers, Albert (2021a): A Framework for Generating agile Methods for Product Development. In: *Proceedings of 31st CIRP Design Conference 2021*, in print.

Heimicke, Jonas; Kaiser, Kevin; Albers, Albert; Frei, Christian; Muschik, Sabine; Birk, Clemens; Bursac, Nikola (2019): ASD – Agile Systems Design in Modular Design: Operationalization of agile Principles for cross-platform Agile-Boards. In: *41st R&D Management Conference 2019 “The Innovation Challenge: Bridging Research, Industry and Society”*.

Heimicke, Jonas; Kaiser, Steffen; Albers, Albert (2021b): Agile Product Development: An Analysis of Acceptance and Added Value in Practice. In: *Proceedings of 31st CIRP Design Conference 2021*, in print.

Heimicke, Jonas; Ng, Gha-Leng; Krüger, Madita; Albers, Albert (2021c): A Systematic for Realizing Agile Principles in the Process of Mechatronic Systems Development through Individual Selection of Suitable Process Models, Development Methods and Practices. In: *Proceedings of 31st CIRP Design Conference 2021*, in print.

Ovesen, Nis (2012): *The Challenges of becoming agile: IMPLEMENTING AND CONDUCTING SCRUM IN INTEGRATED PRODUCT DEVELOPMENT*. PhD Thesis, Aalborg University. Department of Architecture, Design & Media Technology.

Petersen, K.; Wohlin, C. (2010): The effect of moving from a plan-driven to an incremental software development approach with agile practices. In: *Empir Software Eng* 15 (6), S. 654–693. DOI: 10.1007/s10664-010-9136-6.

Plattner, H.; Meinel, C.; Leifer, L. (2011): *Design Thinking. Understand – Improve – Apply*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, zuletzt geprüft am 05.09.2017.

Rapp, Simon; Heimicke, Jonas; Weber, Jonas; Albers, Albert (2020): Development of strategic guidelines for agile Parts Maturity Management of engine subsystems in the automotive industry during series ramp-up. In: *Balancing Innovation and operation. Proceedings of NordDesign 2020, 12th - 14th August 2020: The Design Society*.

Schmidt, T. S.; Chahin, A.; Köbler, J.; Paetzold, K. (2017): Agile development and the constraints of physicality: A network theory-based cause-and-effect analysis. In: *21ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, ICED17*, zuletzt geprüft am 23.02.2018.

Schwaber, K.; Sutherland, J. (2017): *The Scrum Guide*, zuletzt geprüft am 09.11.2017.

1993: VDI2221 - Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte.

Zimmermann, V.; Heimicke, Jonas; Alink, T.; Dufner, Y.; Albers, Albert (2019): Agile Development of Mechatronic Systems: Utopia or Reality – an Evaluation from Industrial Practice. In: *41st R&D Management Conference 2019 “The Innovation Challenge: Bridging Research, Industry and Society”*.

## **Kontakt**

Jonas Heimicke, M. Sc.  
Tobias Rösel, B. Sc.  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
IPEK – Institut für Produktentwicklung  
Kaiserstraße 10  
76131 Karlsruhe  
[www.ipek.kit.edu](http://www.ipek.kit.edu)

## Repository KITopen

Dies ist ein Postprint/begutachtetes Manuskript.

Empfohlene Zitierung:

Heimicke, J.; Rösel, T.; Albers, A.

[Analyse des Einflusses von Faktoren auf die agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten in der Entwicklung physischer Systeme.](#)

2021. EEE 2021 - Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021.

Hrsg.: R. Stelzer, TUDpress

[doi:10.5445/IR/1000136768](https://doi.org/10.5445/IR/1000136768)

Zitierung der Originalveröffentlichung:

Heimicke, J.; Rösel, T.; Albers, A.

[Analyse des Einflusses von Faktoren auf die agilen Fähigkeiten von Organisationseinheiten in der Entwicklung physischer Systeme.](#)

2021. EEE 2021 - Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021.

Hrsg.: R. Stelzer, 691–702, TUDpress

Lizenzinformationen: [KITopen-Lizenz](#)