

STUDIE

Systems Engineering in Deutschland

Die deutsche Unternehmenslandschaft
im Vergleich

In Kooperation mit

Executive Summary

Die Einführung von Systems Engineering in Unternehmen ist durch die wahrgenommene, omnipräsente Komplexität getrieben. Allgemein wird Systems Engineering als erfolgskritisch für die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen gesehen. Jedoch entspricht das vorhandene Bewusstsein für dieses Thema in den Unternehmen laut der Befragten noch nicht dessen Wichtigkeit. Wird Systems Engineering in diesem Kontext in die Komponenten Unternehmensorganisation, Prozesse, Methoden und Tools aufgeteilt, werden die Methoden als am wichtigsten bewertet und mit den meisten Ressourcen ausgestattet. Für die Einführung bewerten die Unternehmen einen Kulturwandel mit eindeutiger Verantwortungszuordnung und klar definierten Schnittstellen als entscheidenden Faktor. Bei der Einführung überwiegen iterative Schritte als Middle-out Strategie mit Pilotprojekten. Das Management wird bei dem Launch als wichtigster Stakeholder und verantwortlich für die Beauftragung gesehen. Die meisten Unternehmen planen mindestens 7 Jahre für eine ganzheitliche Einführung von Systems Engineering ein. Der Großteil der Unternehmen befindet sich nach eigener Einschätzung in der Anfangsphase der Einführung.

Inhalt

		Seite
1	Einleitung Motivation Aufbau der Studie	4
2	Gründe Treiber Erwartungen an Systems Engineering	8
3	Key-Faktoren Komponenten Bausteine von Systems Engineering	10
4	Verantwortung und Verortung Strategie Verantwortliche Stakeholder für Systems Engineering	14
5	Stand der Einführung Dauer Fortschritt der Einführung	17
6	Resümee und Ausblick Zusammenfassung Weitere Schritte	19
7	Kontakt Literatur Kooperationspartner Autoren Impressum	20

Einleitung

Die Zeiten, in denen Systeme entwickelt werden, verändern sich. Mechatronische Systeme sehen sich zunehmend den Herausforderungen einer komplexen Welt ausgesetzt. Die damit verbundene steigende Geschwindigkeit der Änderungen führt bei allen Beteiligten an der Entwicklung zu einem steigendem Bedarf an Kooperation und Kollaboration. Zeitgleich haben sich mechatronische Systeme von diskreten

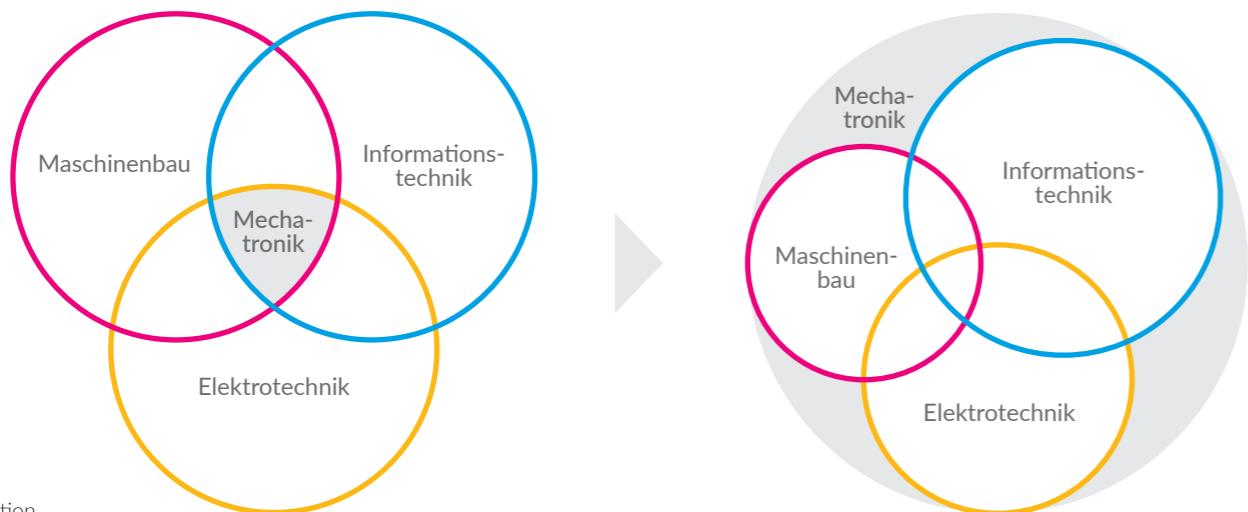


Abb. 1: Die Evolution mechatronischer Systeme [1]

elektrischen und mechanischen Elementen zu integrierten, stark vernetzten elektronisch-mechanischen Systemen weiterentwickelt, die von einer ausgereiften Software gesteuert werden. Die rasante Zunahme der wechselseitigen Abhängigkeit gilt ebenso für die an der Entwicklung beteiligten Fachdisziplinen. Mechatronik hat sich aus einer Schnittstellendisziplin zu einer übergeordneten Disziplin, die Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik vereint, herausgebildet. Dies verlangt bei der Systemgestaltung nach einer disziplinübergreifenden Kommunikation zwischen den verschiedenen Teilnehmern aus den beteiligten Fachdisziplinen.

Von diskreten Komponenten zu hochvernetzten Systemen.

Vorgehensmodelle, die die Zusammenarbeit steuern, haben ihren Ursprung im Maschinenbau. Der Entwurf mechatronischer Systeme bedarf jedoch einer Kollaboration über alle beteiligten Fachdisziplinen hinweg. Systems Engineering ist ein ganzheitlicher Ansatz zur Komplexitätsbeherrschung über alle Phasen des Produktlebenszyklus und integriert alle Fachdisziplinen über die gesamte Lieferkette. Dies geschieht über die Verwendung und Einführung von Methoden und Prozessen, die eine interdisziplinäre Zusammenarbeit fördern. Dabei muss eine systematische Verbindung zwischen den Domänen, Hierarchien und Organisationen hergestellt werden.

Bei der Etablierung organisationsübergreifender Konzepte leisten GfSE und INCOSE durch die Standardisierung und Zertifizierung der Ansätze wertvolle Pionierarbeit. Die ISO 15288 ist zu einer geschätzten Wissensquelle geworden.

Immer mehr Unternehmen streben eine Einführung von Systems Engineering an. Jedoch zeigt die praktische Umsetzung große Unterschiede, wie Systems Engineering verstanden und gelebt wird. Die Unternehmen stehen vor der Herausforderung, wie ein ganzheitlicher Ansatz, der Organisation, Prozesse, Methoden und Tools vereint, aussehen kann. Die Studie bietet einen Überblick über den Fokus und das Vorgehen der Unternehmen bei der Einführung eines ganzheitlichen Systems Engineering.

1. Gründe für die Einführung von Systems Engineering
2. Key-Faktoren für die erfolgreiche Einführung von Systems Engineering
3. Verortung der Verantwortung für die Einführung von Systems Engineering
4. Stand der Einführung von Systems Engineering in Ihrem Unternehmen

73 % der Befragten sehen
keine Alternative zu
Systems Engineering zur
Komplexitätsbeherrschung
in der Systementwicklung

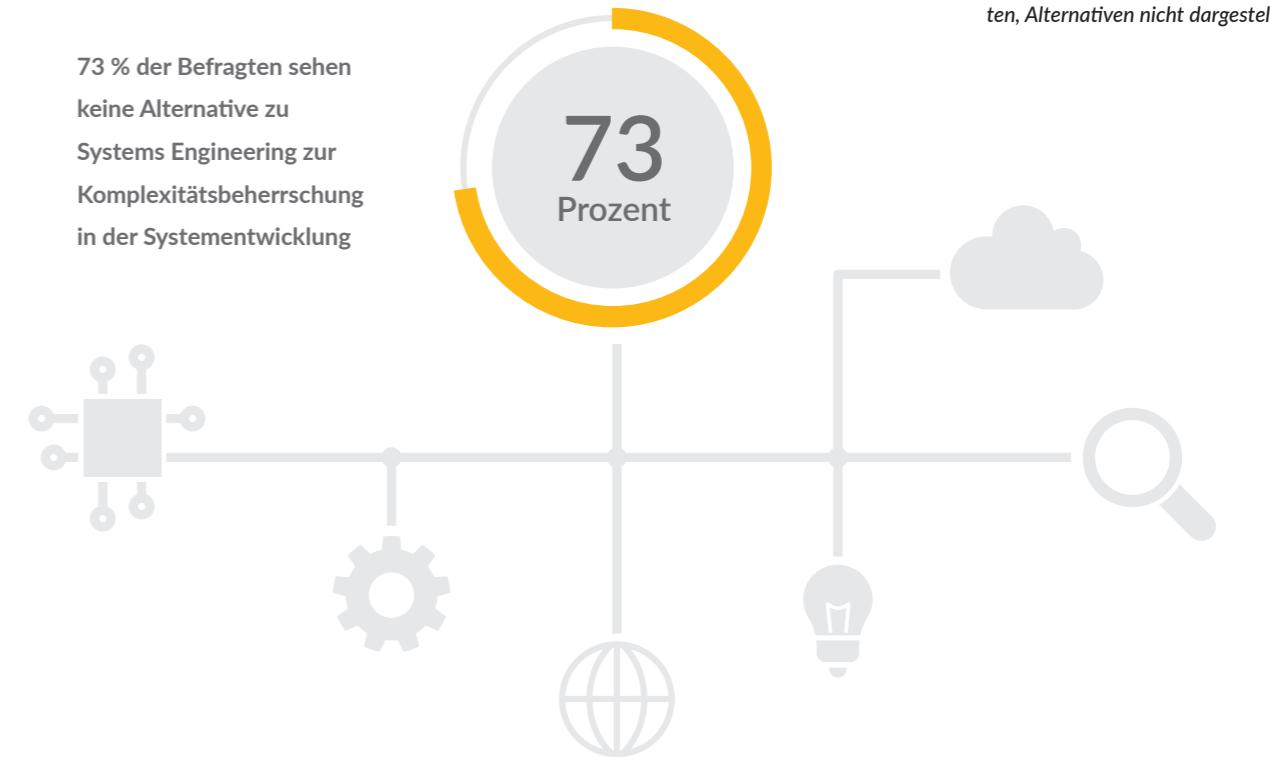


Abb. 2: "Sehen Sie eine Alternative zu Systems Engineering? (Wenn ja, welche?)" (relativer Anteil der Befragten, Alternativen nicht dargestellt)

176

Teilnehmer



Die Unternehmen

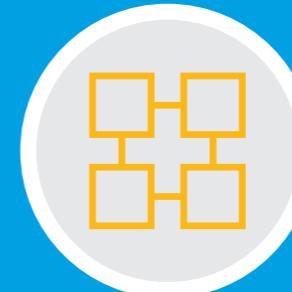


AUDI AG, BMW Motorrad, Daimler AG,
MAN Truck & Bus AG, Schaeffler Technologies
AG & Co KG, Schindler Aufzüge AG,
Weinmann Emergency Medical Technology
GmbH + Co. KG, und weitere



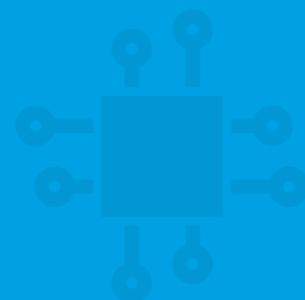
Hintergrund

Automotive, Schiffsbau, Luft- und Raumfahrttechnik,
Landmaschinenbau, Schienenfahrzeugbau, Automati-
sierungstechnik, Verkehrsdienstleister, Medizintechnik,
Arzneimittelhersteller, Softwareentwicklung, Sonder-
maschinenbau, Forschung, Consulting



Erhebung

Pager-Umfrage auf dem TdSE2017,
Papierbögen auf dem TdSE2017,
Online-Umfrage mittels Umfragetool



Gründe

73 % der Befragten sehen keine Alternative zur Einführung von Systems Engineering. Systems Engineering sollte nach ihrer Ansicht idealerweise mit einer agilen Vorgehensweise wie SCRUM gepaart werden.

Einführung von Systems Engineering wird vor allem aufgrund wahrgenommener Komplexität getrieben

Gefragt nach den Beweggründen für die Einführung von Systems Engineering steht die Beherrschung von Komplexität im Unternehmen im Vordergrund. Weitere Gründe für die Einführung sind das Schaffen von Verfolgbarkeit bzw. Transparenz der Entwicklungsprojekte und das Gestalten der interdisziplinären Zusammenarbeit.

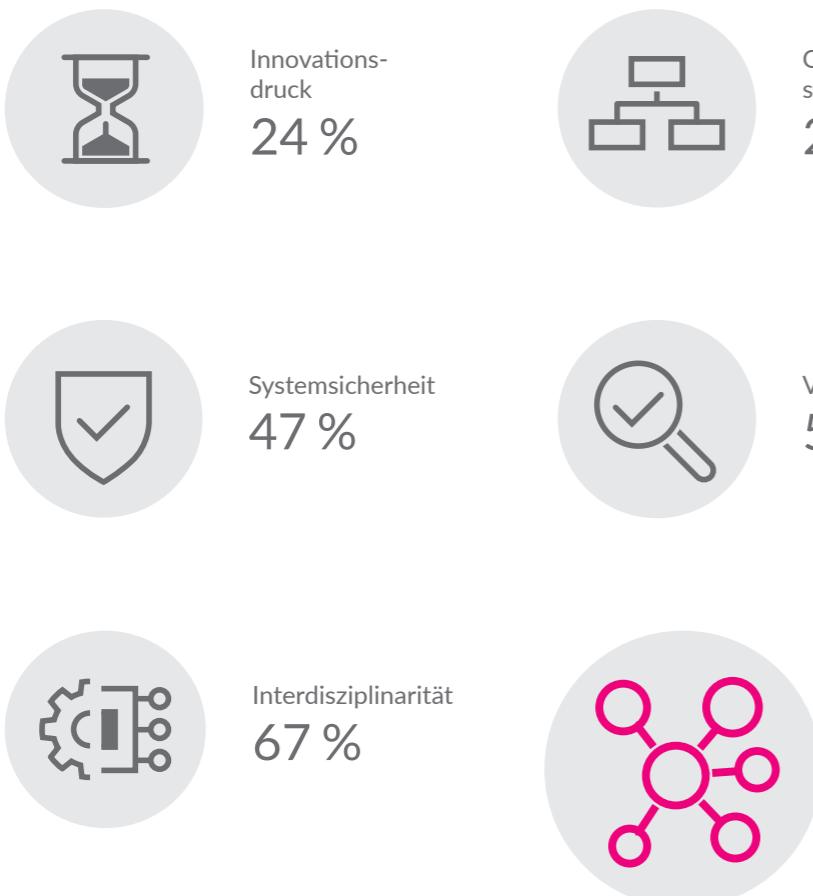
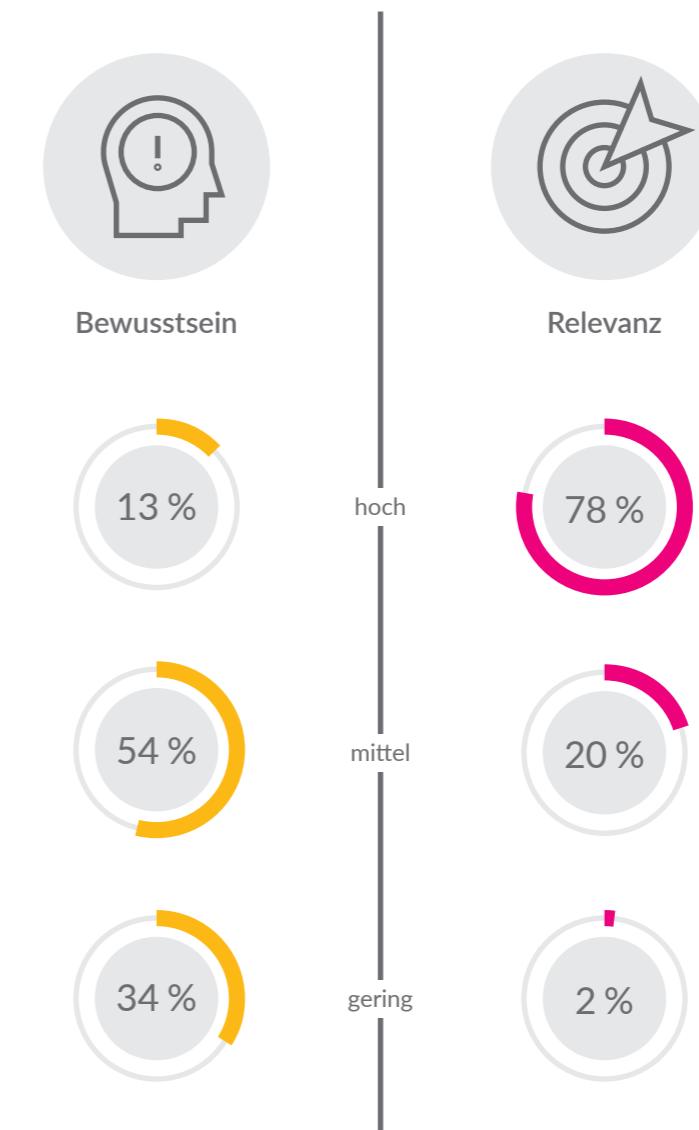


Abb. 3: "Welche Beweggründe treibt Ihr Unternehmen dazu Systems Engineering einzuführen?"
(*relativer Anteil der Befragten, die den Grund genannt haben*)



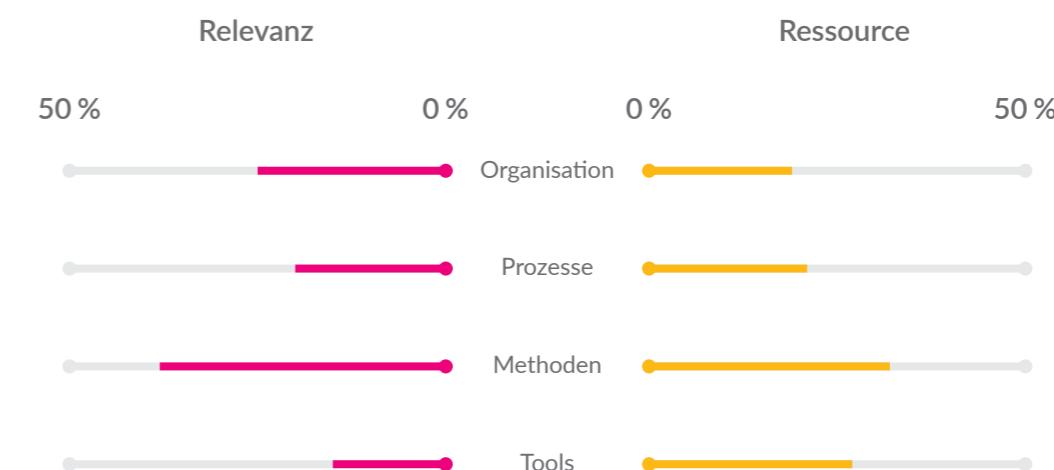
81 % der Befragten bewerten die Relevanz von Systems Engineering für das Unternehmen höher als das gegenwärtig vorherrschende Bewusstsein für dieses. Dabei sieht der Großteil der Befragten Systems Engineering als besonders wichtig und für den Unternehmenserfolg als entscheidend kritisch an. Die Mehrheit schätzen aber das Bewusstsein dafür im Unternehmen als mittelmäßig bis gering ein.

Abb. 4: "Wie stark ist das Bewusstsein für Systems Engineering in Ihrem Unternehmen?" Gegenüber: "Für wie relevant halten Sie Systems Engineering für Ihr Unternehmen?"
(*relativer Anteil der Befragten, dessen Antwort in die Stufe fällt*)

Key-Faktoren

Das der Studie zugrunde gelegte Systems Engineering Framework versucht das Mindset des Systemdenkens aufzugreifen und mit den Systems Engineering Ansätzen der NASA [3] und INCOSE [4] sowie GfSE [5] zu vereinen. Zentral hierbei ist das Zusammenwirken von klarer Zuordnung von Verantwortung (Wer?), definierten Aktivitäten (Was?) und strukturierter Herangehensweise (Wie?) und zweckmäßiger Einsatz von Hilfsmitteln (Womit?). Das Vorgehen steht dabei unter der Prämisse einer Problemstellung systematisch zu erfassen und unter Anwendung des Frameworks einer effiziente Lösungsfindung zuzuführen.

Abb. 5: Systems Engineering Framework



Im Rahmen der Studie sollten die Befragten die Bereiche Organisation, Prozesse, Methoden und Tools nach ihrer Relevanz sowie der benötigten Ressourcen für die Entwicklung ordnen. Interessant an dem Ergebnis ist, dass entgegen der allgemeinen Diskussionen die Teilnehmer die Entwicklung von IT-Tools relativ am unwichtigsten empfinden, aber ein hohes Maß an Ressourcen dafür aufwenden.

Die Relevanz von Tools rechtfertigt den aufgebrachten Ressourceneinsatz nicht.

Abb. 6: "Wie bewerten Sie die Bereiche des Systems Engineering nach deren Relevanz?" gegenüber "Welchen Anteil an Ressourcen nehmen die einzelnen Bereiche ein?" (Median der Antworten)

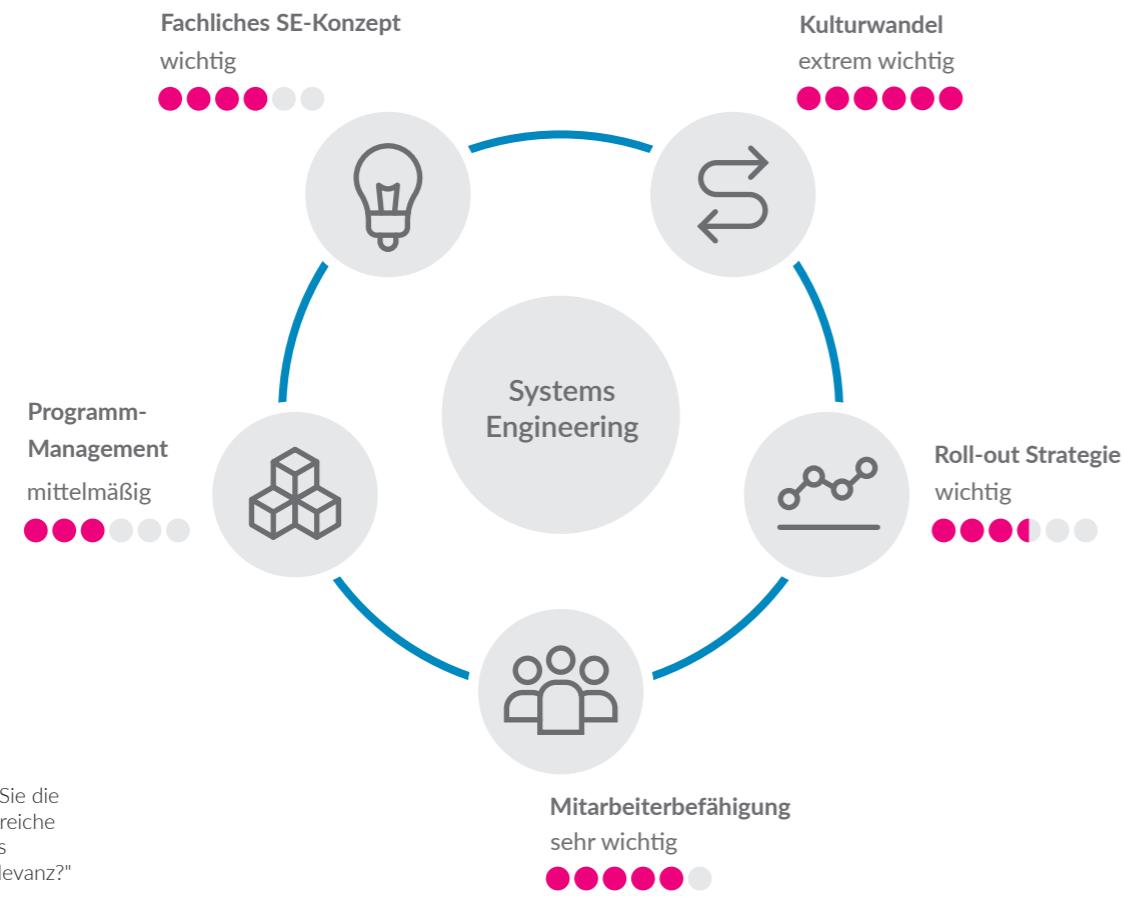


Abb. 7: "Wie bewerten Sie die Bausteine für die erfolgreiche Einführung von Systems Engineering auf ihre Relevanz?"
(Median der Antworten)

Um das Finden einer gemeinsamen Denkweise zu untersuchen, wurden in der Studie basierend auf der generischen Darstellung von Systems Engineering fünf Bausteine aus unseren Erfahrungswerten zur erfolgreichen Einführung identifiziert. Dabei setzen sich die Key-Faktoren aus „Fachlichem SE-Konzept“, „Kulturwandel“, „Roll-out Strategie“, „Mitarbeiterbefähigung“ und „Programm-Management“ zusammen. Das fachliche SE-Konzept bezieht sich auf das Produkt bzw. den Service des Unternehmens und beinhaltet die zuvor vorgestellten Bereiche Verantwortung, Prozesse, Methoden und Tools.

Bei der Abfrage der Wichtigkeit der einzelnen Bausteine ergibt sich ein einheitliches Bild unter den Teilnehmern. Für jeden Baustein ist der relative Anteil gegeben. Insbesondere der Kulturwandel im Unternehmen wird von 73 % der Befragten als sehr entscheidend und wichtig eingestuft (Kategorie „extrem wichtig“). Weiter fassen 43 % der Studienteilnehmer die Mitarbeiterbefähigung ebenfalls als sehr wichtig auf. 37 % der Befragten geben dem fachlichen Systems Engineering Konzept noch eine Top-Bewertung. Roll-out Strategie und Programm Management werden als weniger wichtig beurteilt.

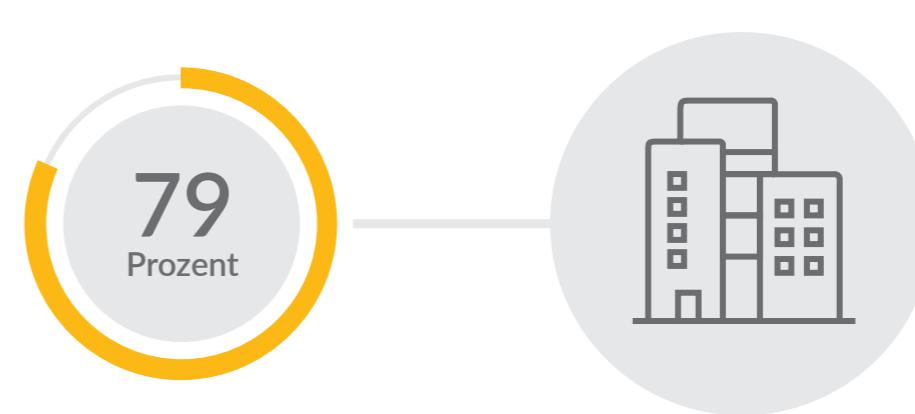


Abb. 8: "Wird Systems Engineering bei Ihrem Unternehmen bereits eingeführt?" (relativer Anteil der Antworten)

Abgeschlossen wird die Bewertung der Key-Faktoren mit der Frage, ob Systems Engineering bereits in dem Unternehmen eingeführt wird. 79 % Befragten geben dabei an, dass ihr Unternehmen bereits im Begriff ist Systems Engineering einzuführen.

Verantwortung & Verortung

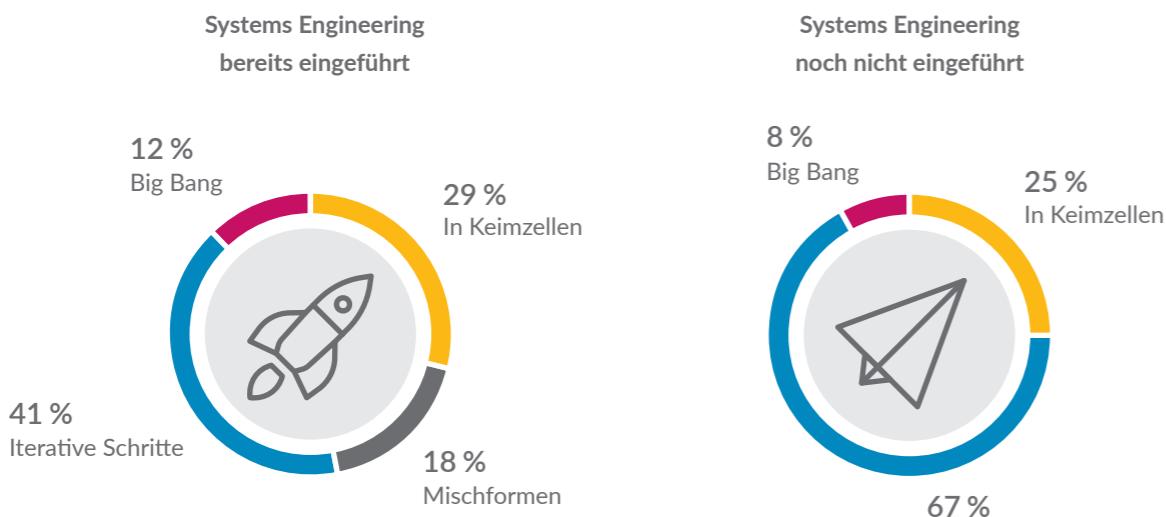


Abb. 9: "Mittels welchem Ansatz sollte Systems Engineering bei Ihnen im Unternehmen eingeführt werden?" (relativer Anteil der Antworten)

Die Roll-out Strategie ist mit dem initialen Umfang der Einführung und der Einführungsrichtung – vom Ganzen zum Detail oder vom Detail zum Ganzen – verbunden. So wurden in der Studie drei Strategien zur Einführung unterschieden: „In Keimzellen“, „Iterative Schritte“ und „Big Bang“.

Unter Keimzellen wird ein Bottom-up Ansatz verstanden, bei dem einzelne Projekte als Initialzellen verwendet werden, um Systems Engineering von Innen nach Außen in der Organisation zu verbreiten. Iterative Schritte können als Middle-out Ansatz betrachtet werden. Beim Big-Bang Ansatz wird die Systems Engineering Einführung vom Management Top-down betrieben.

Am erfolgversprechendsten sehen die Teilnehmer eine Einführung in iterativen Schritten (eingeführt: 41 %, noch nicht eingeführt: 67 %). Bei den Unternehmen, die Systems Engineering bereits eingeführt haben, hat sich ein hybrider Ansatz aus iterativen Schritten und Keimzellen durchgesetzt (18 %).

Der im Rahmen des Systems Engineering Frameworks vorgestellte Bereich Organisation beschreibt eine klare Verantwortung und Verortung sämtlicher Aktivitäten. Gleiches gilt für die Einführung von Systems Engineering. In der Studie wurde dabei in Auftraggeber und operativ Verantwortliche unterschieden.

Die Befragten sehen mehrheitlich das Management sowohl bei der Initialisierung als auch bei der operativen Umsetzung in der Verantwortung. Die Entwicklung und die Fachabteilung für Systems Engineering spielen dabei eine untergeordnete Rolle.

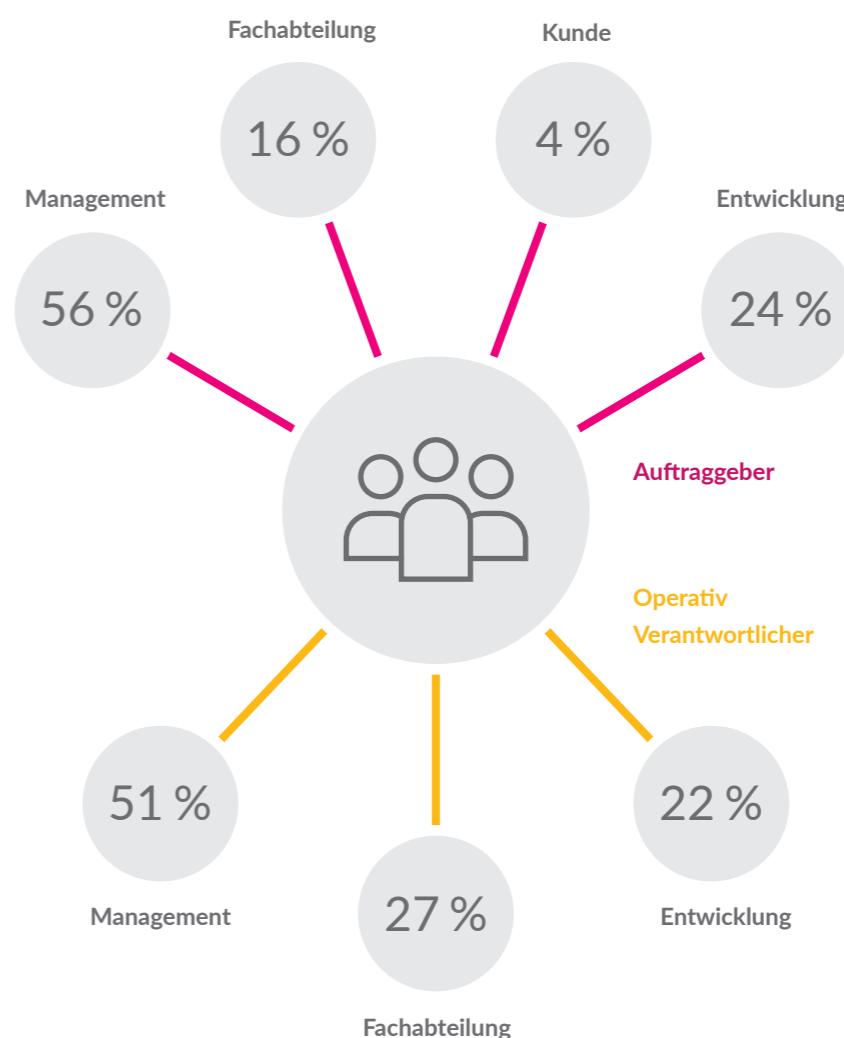
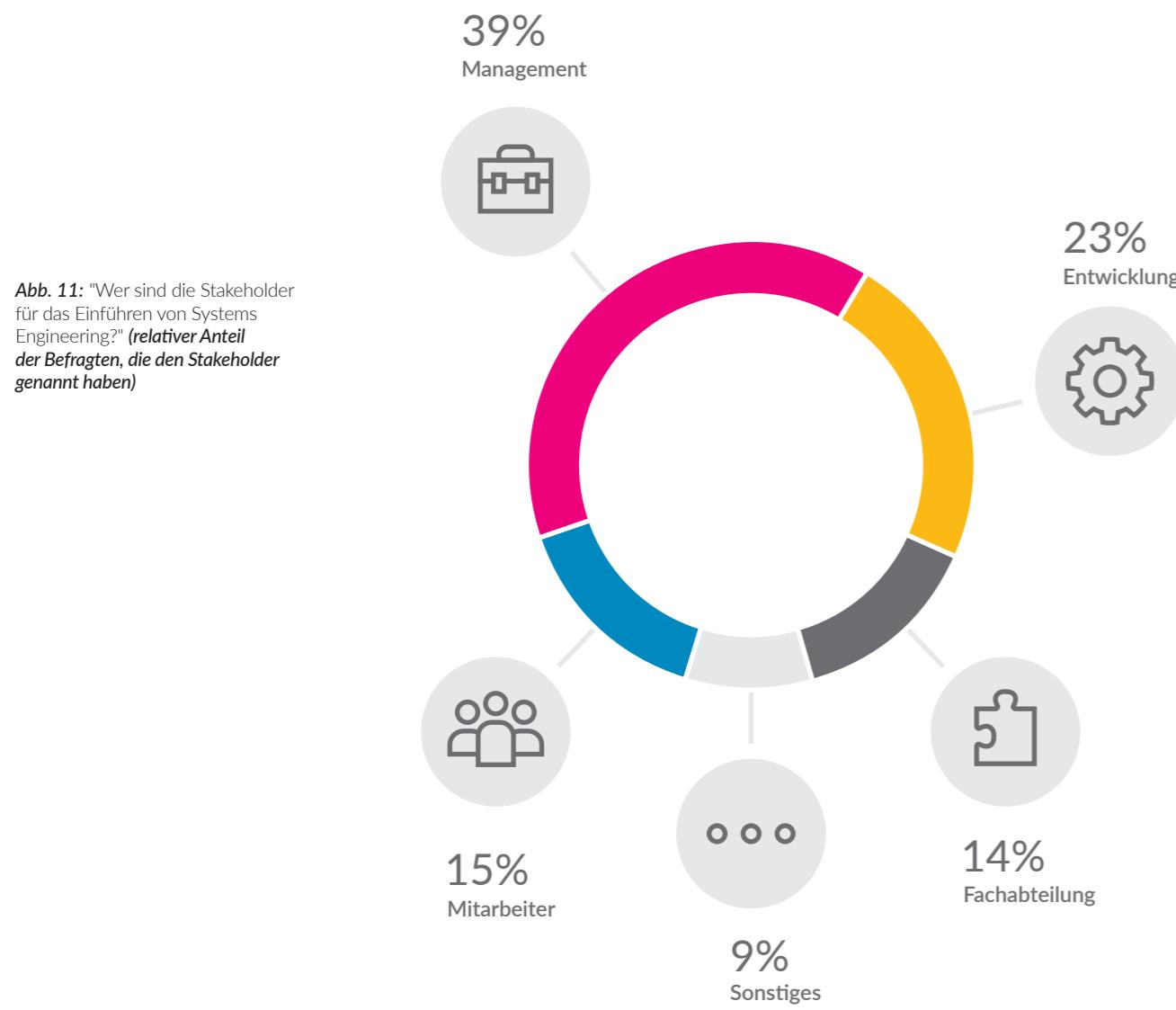


Abb. 10: "Wer muss Systems Engineering in Ihrem Unternehmen beauftragen?" (Auftraggeber) gegenüber "Wer muss Systems Engineering in Ihrem Unternehmen betreiben?" (Verantwortlicher) (relativer Anteil der Befragten, die den Stakeholder genannt haben)

Stand der Einführung



Auch bei der Befragung nach den allgemeinen Stakeholdern nimmt das Management die wichtigste Rolle ein, gefolgt von der Entwicklung. Auffällig ist die wahrgenommene Wichtigkeit des Managements als Stakeholder und die Enge des Antwortspektrums. Maßgeblich werden nur vier Stakeholder genannt. Es ist also notwendig eine systematische Verbindung zwischen dem Management und den operativen Bereichen zu erreichen. Der Fokus der Befragten auf das Management legt nahe, dass diese vom Management den Startschuss zum Handeln sowie dessen Commitment erwarten.

Systems Engineering wird als Managementaufgabe gesehen, sowohl in der Initialisierung als auch als treibende Kraft in der Umsetzung.

Fast die Hälfte aller Befragten schätzt eine Implementierung von Systems Engineering in vier bis sieben Jahren als realistisch ein. Die Befragung brachte zudem extreme Ausreißer von einem Jahr und 30 Jahren hervor. Das zeigt vor allem, dass die Meinungen und Einschätzungen gegenüber der Einführung von Systems Engineering stark auseinanderfallen.

Ein Großteil der Unternehmen plant für die Einführung von Systems Engineering eine Zeitraum von sieben Jahren ein.

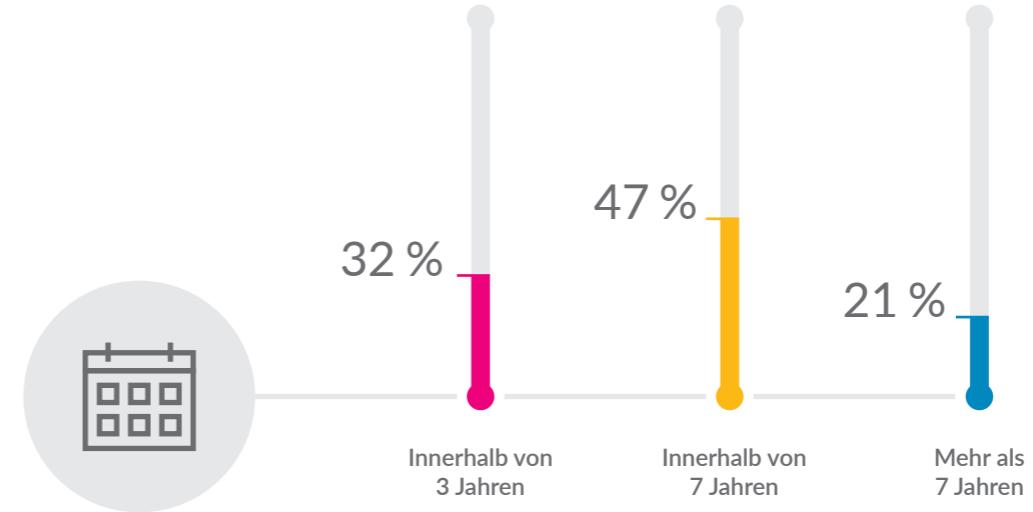
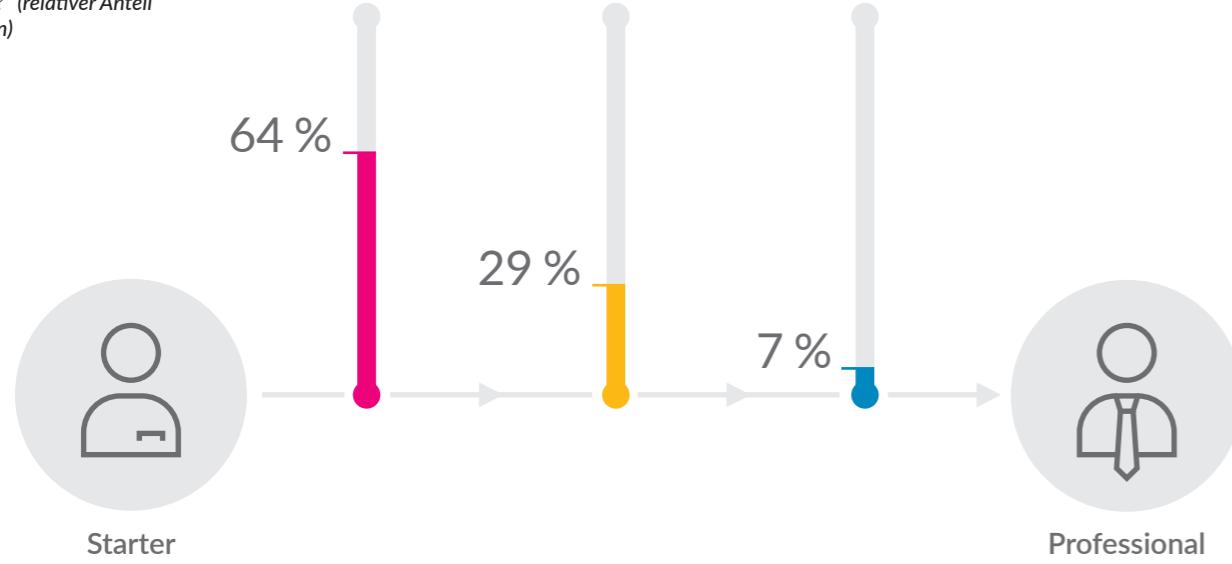


Abb. 12: "Welche Dauer schätzen Sie für die Implementierung von Systems Engineering in Ihrem Unternehmen?" (relativer Anteil der Befragten)

Resümee & Ausblick

Darüber hinaus wurden die Teilnehmer deren Unternehmen sich in der Einführung von Systems Engineering befinden nach dem Gesamtfortschritt der Implementierung gefragt. Bei einem Einführungsstand bis 40 % ist von Starter die Rede, von 40 bis 80 % von Fortgeschrittenen. Ab einem Fortschritt von über 80 % werden die Unternehmen als Professionals ausgewiesen. Der Logik folgend bewerten 64 % der Befragten ihr Unternehmen als Starter, 29 % als Fortgeschrittene und lediglich 7 % als Professionals.

Abb. 13: "Bei wie viel Prozent sehen Sie den Gesamtfortschritt bei der Einführung von Systems Engineering?" (relativer Anteil der Befragten)



Zur Komplexitätsbeherrschung in der Systementwicklung wird in den Unternehmen allgemein keine Alternative zu Systems Engineering gesehen. Dabei liegt entgegen der weitläufigen Diskussion die größte Herausforderung bei der Einführung von Systems Engineering nicht in der Entwicklung eines Fachkonzeptes, das die theoretischen Grundlagen operationalisiert, sondern in dem notwendigen Kulturwandel und der Verankerung im Unternehmen.

Hierbei spielt das Top-Management eine besondere Rolle. Von ihm wird sowohl der Startschuss als auch die Rückendeckung erwartet. Ziel ist es eine systematische Verbindung zwischen Management und den operativen Bereichen aufzubauen. Nur so lässt sich ein gemeinsames Verständnis schaffen und das volle Potential ausschöpfen. Die lange Dauer der Einführung von Systems Engineering weist darauf hin, dass es kein leichtes Unterfangen ist, das neben dem Tagesgeschäft herläuft. Eine professionelle Programmstruktur ist notwendig. Weiter zeigt die Studie auf, dass sich die meisten Unternehmen in der Anfangsphase der Einführung befinden.

Literatur

- [1] Böhmer, A. I., Koisol, M., Lindemann, U. (2017). Agile Mechatronics – Innovation Strategy for Cross-functional Teams in the Age of Uncertainty
- [2] Haberfellner, R., Fricke, E., de Weck, O. L., Vössner, S. (2015). Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung. Zürich: Orell Füssli Verlage
- [3] Shishko, R., Aster, R. (1995). NASA Systems Engineering Handbook. Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration
- [4] Walden, D. D., Roedler, G. J., Forsberg, K. J., Hamelin, R. D., Shortell, T. M. (2015) INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities. Hoboken: Wiley & Sons
- [5] Walden, D. D., Roedler, G. J., Forsberg, K. J., Hamelin, R. D., Shortell, T. M., Kaffenberger, R., Endler, D., Geisreiter, M., Rambo, J. (2017). INCOSE Systems Engineering Handbuch: Ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten. Bremen: GfSE Verlag

Kooperationspartner

Die Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Systems Engineering e.V. (GfSE) als offizielle Vertretung der INCOSE im deutschsprachigen Raum.



GfSE:

Die Gesellschaft für Systems Engineering (GfSE) ist die offizielle Vertretung der INCOSE im deutschsprachigen Raum. Damit fördert die GfSE als gemeinnützige Organisation Wissenschaft und Bildung im Bereich des Systems Engineering in Industrie, Forschung und Lehre in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Autoren

Dr.-Ing. Benno Stützel | [Ihr Ansprechpartner](#)

Geschäftsführer

Tel.: +49 (0)89 124 137 041

stuetzel@prozesswerk.eu

Laura Borchardt

Senior Consultant

Thomas Illa

Senior Consultant

Christoph Gerling

Consultant

Impressum

Herausgeber

Prozesswerk GmbH

Feringastrasse 10b

85774 Unterföhring

Gestaltung

PresentationLoad GmbH, Mainz-Nierstein

Druck

Dialogistiker GmbH, Frankfurt am Main

Bildnachweis

Titelbild: Jeremy Bishop, Unsplash.com

Prozesswerk GmbH

Die **Prozesswerk GmbH**, mit Sitz in Unterföhring, wurde 2007 von den heutigen Geschäftsführern Dr. Hendrik Dettmering und Dr. Benno Stützel gegründet.

Seitdem zählt die **Prozesswerk GmbH** namhafte Unternehmen aus den Branchen Automotive, Luft- und Raumfahrt sowie Maschinenbau und Medizintechnik zu ihren Kunden. Mit den partnerschaftlichen Projekten erzielt die Prozesswerk GmbH 2017 einen Jahresumsatz von 3,0 Mio. €.

Mit nun 25 Beratern in 2018 optimiert die Prozesswerk GmbH Prozesse, Organisationsstrukturen und ist an der Konzeption von Hightech-Produkten über deren Entwicklung und Absicherung bis zur Integration in das Gesamtsystem beteiligt. Die Qualifizierung der Mitarbeiter zeigt sich u.a. an den erworbenen Zertifikaten, etwa aus den Bereichen ISO 9001, ISO 26262, Automotive Spice oder Six Sigma.

Die Kernkompetenz der Prozesswerk GmbH gliedert sich in drei Bereiche. **Prozesswerk Consulting** bietet mehrere Beratungsschwerpunkte und verfolgt innovative Beratungsansätze bei der Anwendung in aktuell relevanten Themenfeldern. **Prozesswerk Lösungen** unterstützt mit dem Wissen aus dem Methodenbaukasten Lean Mechatronik. Abgerundet wird das Leistungsspektrum durch die **Prozesswerk Akademie** zur Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter.



