

Potenziale von Industrie 4.0 im Großanlagenbau



Ergebnisse einer Gemeinschaftsstudie von maexpartners und der
VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau – September 2017

Inhalt

1	Ausgangssituation und Fragestellung	4
2	Das Wichtigste in Kürze	7
3	Studiendesign: Rücklauf und Struktur der Befragung	8
4	Globaler Kampf um Marktanteile – Aktuelle Situation im Großanlagenbau	9
5	Industrie 4.0: Vergleich der Studienergebnisse 2015 und 2017 ...	15
6	Industrie 4.0: Potenziale und Trends	28
7	Was kann der Anlagenbau von anderen Branchen lernen?	50
8	Ausblick	53
9	Profil und Ansprechpartner	54

1 Ausgangssituation und Fragestellung

Die von der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau und maexpartners im Jahr 2015 herausgegebene Studie „Industrie 4.0 im Industrieanlagenbau - Revolution oder Evolution?“ stand bereits unter dem Eindruck der zunehmenden Digitalisierung der Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus. Die hier vorgestellte Nachfolge-Studie soll Aufschluss über die bereits vollzogenen und noch zu erwartenden Veränderungen im Großanlagenbau geben. Neben den verschiedenen Digitalisierungsstrategien, die dem sich ständig ändernden Umfeld angepasst werden, stehen vor allem die Perspektiven für neue Geschäftsmodelle im Mittelpunkt der aktuellen Untersuchung.

Der im Jahre 2015 begonnene Einstieg in die verschiedenen Fragestellungen, etwa zu den Chancen und Risiken von Industrie 4.0 im Anlagenbau, wird im Rahmen der aktuellen Befragung fortgeschrieben und auf den neuesten Stand gebracht.

Aufgrund der auch international sehr dynamischen Weiterentwicklung von Industrie 4.0 greift die vorliegende Studie in erster Linie Fragen zu den Digitalisierungs- und Servicestrategien auf. Das zukunftsentscheidende Thema „Geschäftsmodelle“ konzentriert sich auf Fragen zu bestehenden und neuen Geschäftsmodellen und den bereits realisierten Aspekten. Ein besonderer Fokus wurde auf die aktuellen Herausforderungen gelegt, mit denen die Industrie in der gegenwärtigen Phase konfrontiert wird.

Darüber hinaus werden zahlreiche weitere Aspekte der aktuellen Diskussion zu Industrie 4.0 im Industrieanlagenbau konkretisiert und speziell die Frage des bereits realisierten und zukünftigen Nutzens erörtert. Anlagenbauer im Sinne dieser Studie sind Unternehmen, die auf der Basis umfassender Kenntnisse des verfahrenstechnischen Prozesses ein- oder mehrmals jährlich kundenspezifische Industrieanlagen bauen.





Die derart vom VDMA definierten Großanlagenbauer sind beispielsweise die Hersteller von Kraftwerken, Chemieanlagen, Hütten- und Walzwerken, Zementanlagen, Zellstoff- und Papierfabriken sowie die Anbieter von Anlagen für die Elektroindustrie, für die holzverarbeitende Industrie und für die Förderung von Rohstoffen. Insgesamt liefert die Branche Anlagen an über zwanzig unterschiedliche Industriebereiche. Charakteristisch ist hierbei eine arbeitsteilige und globale Leistungserbringung, die sich nicht zuletzt in einer Exportquote von rund 80 Prozent niederschlägt.

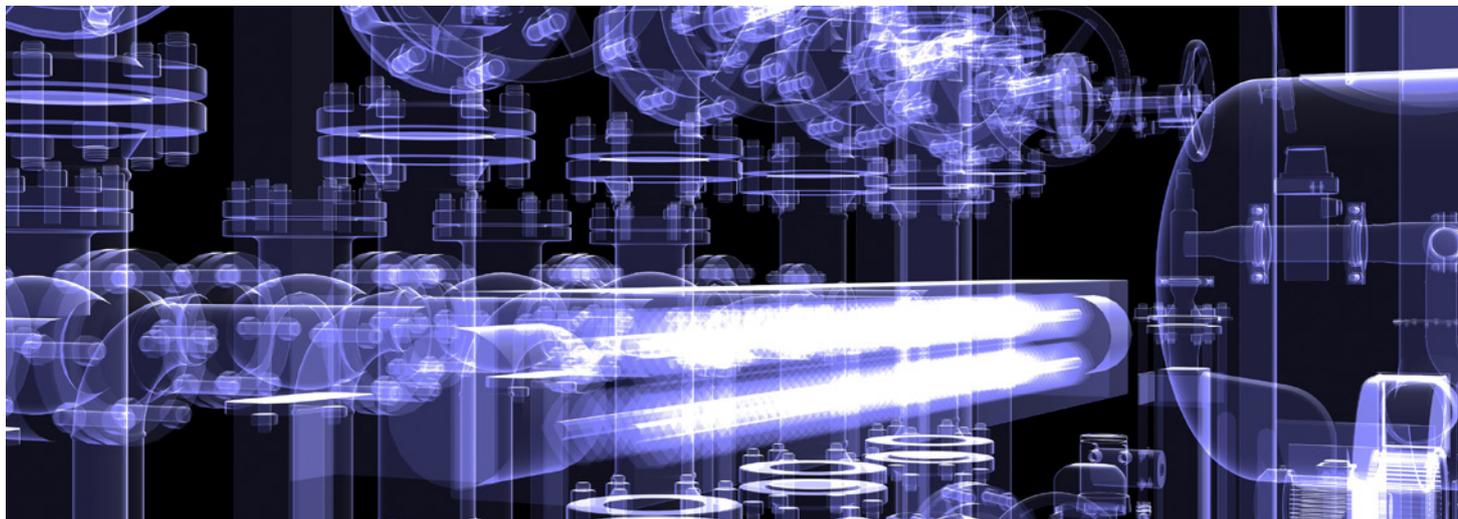
Unter Industrie 4.0 verstehen die Autoren die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste im industriellen Prozess. Kernelement ist dabei die echtzeitfähige Erfassung und Verarbeitung von Daten. Daraus resultiert die Möglichkeit, Prozesse echtzeitnah zu optimieren. Im Anlagendesign setzt sich zunehmend die intelligente Anlage und der digitale Zwilling (Digital Twin) durch. Im Betrieb einer Anlage führt die intelligente Ausrüstung zu Produktionsoptimierungen, sowohl im Bereich der Wartung und Instandhaltung als auch im unerwarteten Stillstand.

Industrie 4.0 ist somit ein Baustein für den Erfolg zukünftiger Geschäftsmodelle, der sich in den Strategien der Unternehmen niederschlägt. Für den Anlagenbau sind Erfolg versprechende Anwendungsgebiete zu identifizieren und Auswirkungen auf Prozesse, Organisation und Design der Anlage zu beleuchten.

Die vorliegende Studie, die die VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau und die Unternehmensberatung maexpartners gemeinsam erstellt haben, liefert Antworten auf diese Fragen und zeigt mögliche Wege der strategischen Ausrichtung auf.



2 Das Wichtigste in Kürze



Die Ergebnisse der Studie sind teilweise überraschend. So schätzen die Anlagenbauer die Chancen für ihre Unternehmen am Markt und im Wettbewerb aufgrund des zunehmenden Industrie 4.0-Trends höher ein als noch vor zwei Jahren. Gleichzeitig werden aber auch neue Herausforderungen gesehen: Diese bestehen nach Auffassung der Teilnehmer vor allem in der Erwartung eines zunehmenden Wettbewerbs mit branchenfremden Unternehmen.

Diese Erkenntnis bedeutet auch, dass die Unternehmen heute mehr individuellen Handlungsbedarf sehen als im Jahr 2015. Trotz dieses klaren Blicks für die Realitäten konnten sich erst etwa die Hälfte der teilnehmenden Unternehmen entschließen, aktiv zu werden, um Maßnahmen zur Nutzung des erkannten Potenzials und zur Beherrschung der Risiken zu ergreifen.

Beim Thema Digitalisierungsstrategien sieht die Industrie den aktuellen Handlungsbedarf derzeit relativ gleichmäßig über alle organisatorischen und technologischen Arbeitsfelder verteilt und räumt ein, dass es in Bezug auf die „Digital Readiness“ noch Nachholbedarf gibt.

Dem anhaltenden Trend zu einer stärkeren Serviceorientierung möchten sich die meisten der Befragten anschließen, auch wenn es größere Veränderungen sowohl in organisatorischer Hinsicht als auch bei den eingesetzten Technologien bedeutet. Generell wird

eine engere Zusammenarbeit mit dem Kunden erwartet. Die Umsetzung dieser strategischen Neuausrichtung in den Unternehmen wird allerdings als schwierig angesehen.

Die Entwicklung und Nutzung neuer Geschäftsmodelle, deren Möglichkeit sich durch die fortschreitende Digitalisierung immer klarer abzeichnen, rückt stärker in den Fokus des Anlagenbaus. Dies wird vermutlich auch Implikationen auf die Nutzungsmodelle- und die Preisgestaltung haben. So könnten neue Vertragsmodelle wie das Pay per Use zukünftig eine besondere Rolle einnehmen.

Die Mehrzahl der Studienteilnehmer sieht jedenfalls gute Chancen zur Kostensenkung sowie für Umsatz- und Gewinnsteigerungen durch den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien. Immerhin 14 Prozent der Befragten erwarten einen Gewinnzuwachs von mehr als 10 Prozent bis 2021 im bestehenden Geschäftsmodell. Dieser Wert verdeutlicht das mit der Digitalisierung verbundene große Potenzial für weiteres Wachstum im Industrieanlagenbau.

3 Studiendesign: Rücklauf und Struktur der Befragung

Die Online-Umfrage zu der vorliegenden Studie wurde von April bis Mai 2017 durchgeführt. Befragt wurden hochrangige Manager des (Groß-)Anlagenbaus, der Betreiberindustrien sowie ausgewählte Lieferanten. Die Ergebnisse können dabei zumindest für die erste Gruppe als repräsentativ angesehen werden. Die Resonanz der Teilnehmer auf die Studienthematik war

außergewöhnlich groß. 26 Prozent der angeschriebenen Unternehmen haben sich an der Umfrage beteiligt. Besonders stark vertreten waren sowohl kleinere Unternehmen bis 500 Mitarbeiter als auch Großunternehmen mit mehr als 10.000 Beschäftigten (siehe Abbildung 1).

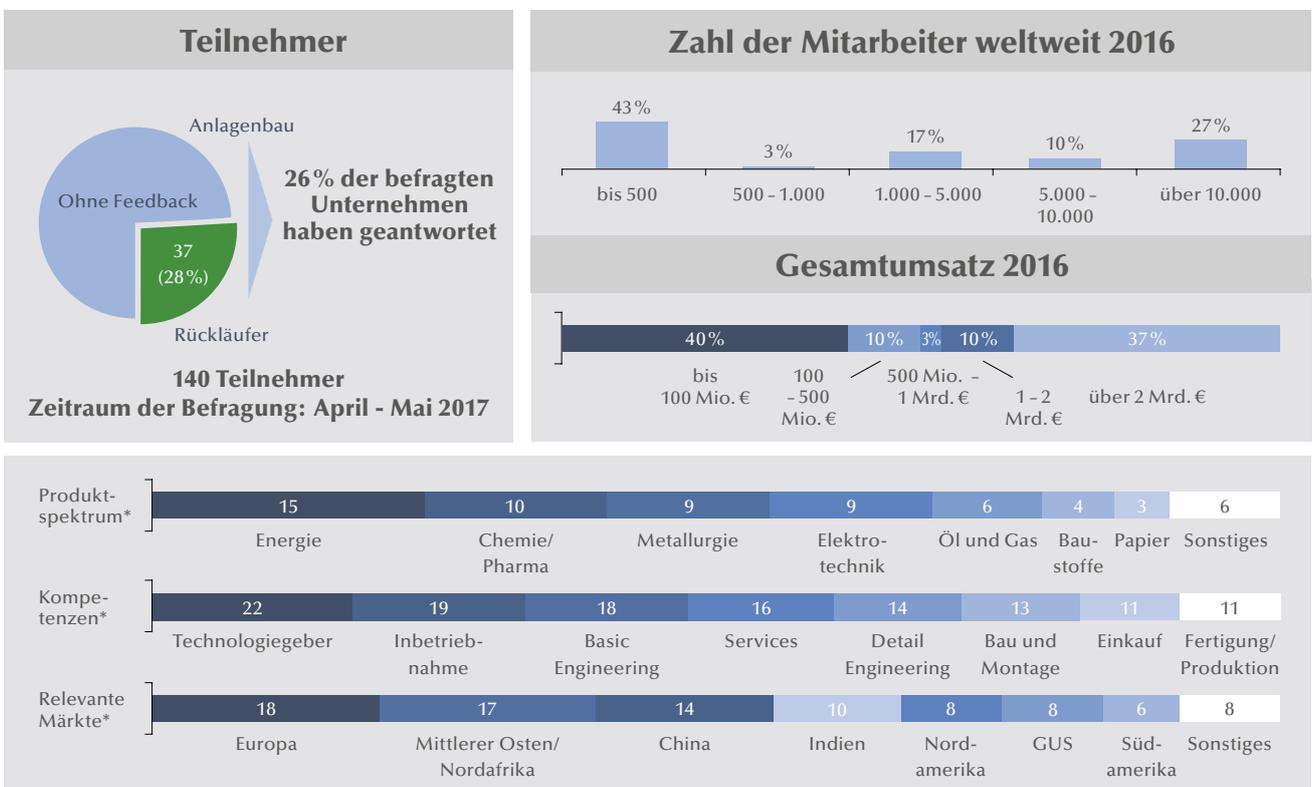


Abbildung 1

* Wenn unter den wichtigsten zwei von acht genannt (Mehrfachnennungen möglich)

Die auf Produkte für die Abnehmerbranchen Energieerzeugung, Prozessindustrie (Öl und Gas, Chemie, Pharmazie, Metallurgie) und Elektrotechnik spezialisierten Anlagenbauer haben die meisten Antworten gegeben. Unterteilt man nach Kompetenzen, bilden in erster Linie die Technologiegeber, die Anbieter von Basic Engineering und von Inbetriebnahmeleistungen einen Schwerpunkt der Stichprobe.

Die meisten Studienteilnehmer bieten Industrieanlagen schlüsselfertig an. Das bedeutet, dass sie auch in der Lage sind, komplette Anlagen zu planen, die notwendigen Lieferungen und Leistungen einzukaufen bzw. zu fertigen sowie anschließend zu montieren. Die Befragten sind mithin zu qualifizierten Aussagen über das Potenzial von Industrie 4.0 in allen wesentlichen Kompetenzbereichen des Anlagenbaus fähig.

4 Globaler Kampf um Marktanteile – Aktuelle Situation im Großanlagenbau

Die Marktstruktur im Großanlagenbau ist seit rund zehn Jahren von einer kontinuierlich steigenden Anbieterzahl bei einem tendenziell konstanten, in einigen Branchen sogar rückläufigen Projektvolumen gekennzeichnet. Dabei treten neben den etablierten Anlagenbauern aus Europa, Nordamerika und Japan vor allem technologieungebundene, häufig lokal agierende Generalunternehmer aus Asien als neue Konkurrenten auf. Folglich haben sich die Kräfteverhältnisse zwischen den Anbietern von Großanlagen und deren Kunden nachhaltig verschoben. Der Wettbewerbsdruck im Anlagenbau hat signifikant zugenommen und dabei in zahlreichen Segmenten einen Käufermarkt etabliert.

Diese Schlussfolgerung legen jedenfalls die vom VDMA und dem Beratungsunternehmen maexpartners seit 2011 regelmäßig durchgeführten Panel-Befragungen unter Führungskräften des deutschen Großanlagenbaus nahe. Demnach erwarten derzeit 68 Prozent der Top-Manager einen in den kommenden drei Jahren sehr stark steigenden Wettbewerbsdruck, 32 Prozent gehen von einer immerhin spürbaren Erhöhung des Druckes aus. Im Vergleich zu den Vorjahren hat sich die Einschätzung der Experten



damit deutlich verschoben: 2015 waren erst 31 Prozent der Befragten der Meinung, der Wettbewerbsdruck werde sich sehr stark erhöhen, 2014 vertraten sogar nur knapp ein Viertel der Befragten diese Ansicht. Damals gingen noch 15 Prozent der Manager von einem mittelfristig gar nicht oder nur leicht steigenden Wettbewerbsdruck aus – ein Standpunkt, der im Großanlagenbau inzwischen nicht mehr vertreten wird (vgl. Abbildung 2).

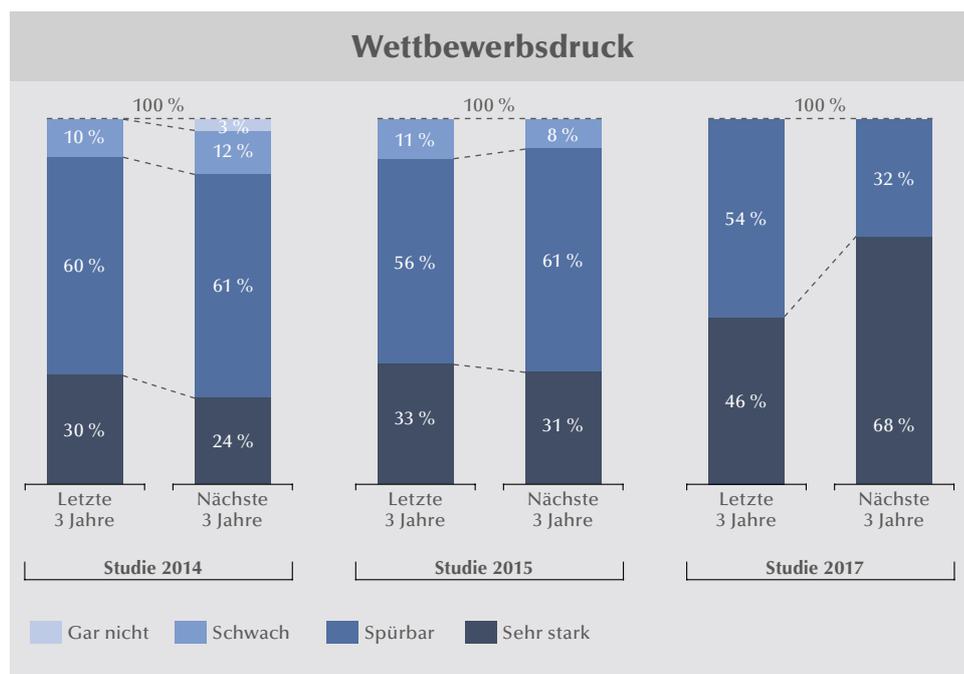


Abbildung 2

Und auch der Rückblick auf die tatsächlich eingetretene Entwicklung fällt heute kritischer aus als in der Vergangenheit. So stellen aktuell 46 Prozent der Befragten fest, dass sich der Wettbewerbsdruck zwischen 2014 und 2017 sehr stark erhöht habe. In den Analysen aus den Jahren 2014 (30 Prozent) und 2015 (33 Prozent) lagen die Werte für die entsprechenden Dreijahres-Zeiträume noch wesentlich niedriger.

Anbieter aus den Industrieländern dominieren

Dennoch wird der Weltmarkt für Großanlagen nach wie vor von Anbietern aus Westeuropa, Nordamerika und Japan dominiert. Im Jahr 2016 addierten sich deren gemeinsame Marktanteile auf gut 60 Prozent. Mit einer Quote von ca. 20 Prozent am globalen Markt sind die USA weiterhin die am Umsatz gemessen wichtigste Anlagenbaunation weltweit. US-Anbieter profitieren zum einen von der enormen Größe ihres Heimatmarktes, zum anderen von den im Zuge der vermehrten

Förderung unkonventioneller Öl- und Gasvorkommen angestoßenen Projekte zur Rohstoffverarbeitung, was sich bereits im Bau von Düngemittelfabriken, Gaskraftwerken sowie LNG-Exportterminals niedergeschlagen hat (vgl. Abbildung 3).

Doch auch international sind die amerikanischen Großanlagenbauer wieder zunehmend präsent. Dies zeigen u.a. Entwicklungs-Partnerschaften mit global agierenden Chemiekonzernen sowie der Zukauf von mittelständischem Engineering Know-how in Europa. Dieser Trend spiegelt sich auch in der Panel-Erhebung wider. So meldeten in den Jahren 2012 und 2014 lediglich 17 Prozent der Befragten zunehmenden Wettbewerbsdruck aus den Vereinigten Staaten. Mittlerweile hat sich dieser Wert auf 33 Prozent nahezu verdoppelt und in den kommenden drei Jahren erwarten sogar 37 Prozent der Großanlagenbauer einen stärker werdenden US-Wettbewerb (vgl. Abbildung 4).

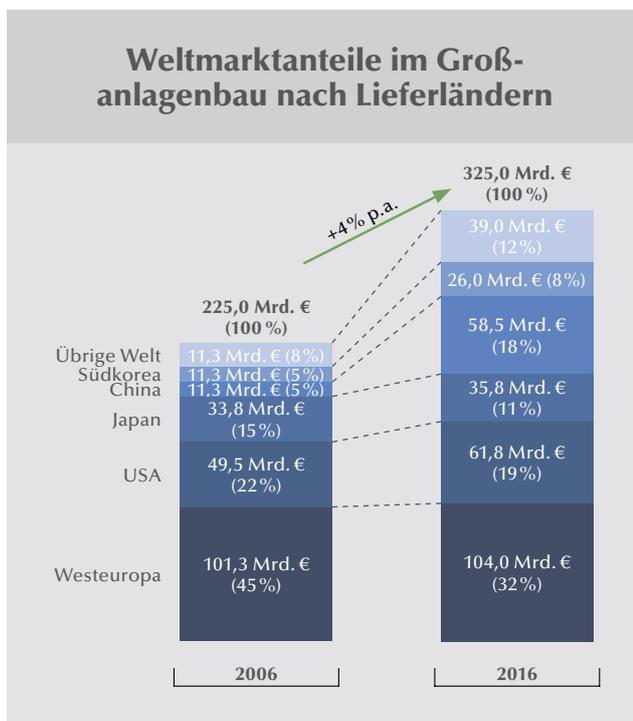


Abbildung 3

Unternehmen aus Westeuropa und insbesondere aus Deutschland sind seit Jahrzehnten Innovations- und Technologieführer auf dem Markt für Großanlagen. Dieser Befund wird von einer Anfang 2017 durchgeführten Umfrage unter den Mitgliedern der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau zur allgemeinen Wettbewerbssituation gestützt.

Demnach haben mehr als 90 Prozent der Mitgliedsunternehmen zumindest einen bedeutenden Marktbegleiter mit Sitz in Westeuropa. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführte Panelerhebung weist in eine ähnliche Richtung. Demnach verspürten in den vergangenen drei Jahren mehr als 80 Prozent der Befragten zunehmenden Wettbewerbsdruck aus Westeuropa, für den Zeitraum bis 2020 gehen sogar 87 Prozent der Anlagenbauer von wachsender Konkurrenz aus. Der Trend der vergangenen Jahre, der westeuropäischen Anlagenbauer eine nachlassende Wettbewerbsfähigkeit attestierte, hat sich damit offenbar gedreht und die von den Unternehmen ergriffenen

Maßnahmen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit – etwa der verstärkte Einsatz digitaler Methoden bei der Projektplanung und -abwicklung – zeigen zunehmend Wirkung.

Auch Japan unternimmt derzeit alles, um wieder aufzuholen. Der Erfolg lässt sich bereits an aktuellen Projektzahlen nachvollziehen. So hat die japanische Anlagenbauindustrie ihre Marktposition in jüngster Vergangenheit insbesondere durch Kooperationen und Unternehmenskäufe in Europa in einigen Branchen spürbar gestärkt.



China auf dem Weg zum Weltmarktführer?

Dennoch sinken die Weltmarktanteile der etablierten Anbieter kontinuierlich. Dies geschieht hauptsächlich zu Gunsten Chinas. Die Anlagenbauer aus der Volksrepublik haben ihre globale Präsenz in den vergangenen Jahren deutlich ausgebaut, was nicht zuletzt eine Reaktion auf die Sättigung des Inlandsmarktes war. Mittlerweile erreicht China im Großanlagenbau einen Weltmarktanteil von 18 Prozent und kommt damit den USA immer näher.

Gründe hierfür sind zum einen die, insbesondere von Kunden in Schwellenländern geschätzten, niedrigen Anschaffungspreise chinesischer Anlagen, die allerdings

Folgekosten, wie etwa Wartungs- und Betriebsaufwendungen sowie Verfügbarkeiten unterschlagen. Ferner werden die Anbieter aus dem Reich der Mitte durch ihre Regierung mit günstigen Finanzierungen und politischer Flankierung bei ihren Projekten effektiv unterstützt. Die erwähnte VDMA-Befragung stützt diese Einschätzung: Betrachteten vor zehn Jahren erst 30 Prozent der Mitgliedsfirmen China als einen bedeutenden Konkurrenten, waren es vor fünf Jahren schon mehr als 40 Prozent. 2016 ist der Anteil nochmals auf 65 Prozent gestiegen. Auch im Hinblick auf den Wettbewerbsdruck liegt China vorn: In den vergangenen drei Jahren verspürten 88 Prozent der an der Panel-Erhebung beteiligten Unternehmen zunehmenden Wettbewerbsdruck aus der Volksrepublik, mit Blick auf 2020 gehen sogar 91 Prozent der Befragten von einem wachsenden chinesischen Wettbewerb aus – mehr als aus jedem anderen Land.

Hingegen hat der Druck aus Südkorea infolge von Marktvereinigungen und Umstrukturierungen weiter nachgelassen. Derzeit verspüren nur noch halb so viele Unternehmen wie 2012 starken Wettbewerbsdruck aus dem ostasiatischen Land (vgl. Abbildung 4).

Dennoch wäre es verfehlt, in Südkorea keinen ernstzunehmenden Konkurrenten auf dem Weltmarkt zu sehen. Noch immer erwarten 41 Prozent der Panelteilnehmer in den kommenden drei Jahren zunehmenden Wettbewerbsdruck aus Südkorea – mehr als etwa aus Japan und den USA. Gleichzeitig ist die Zahl der Unternehmen, die ein südkoreanisches Unternehmen als ihren wichtigsten außereuropäischen Wettbewerber betrachtet, von sechs (2015) auf zehn (2017) gestiegen.

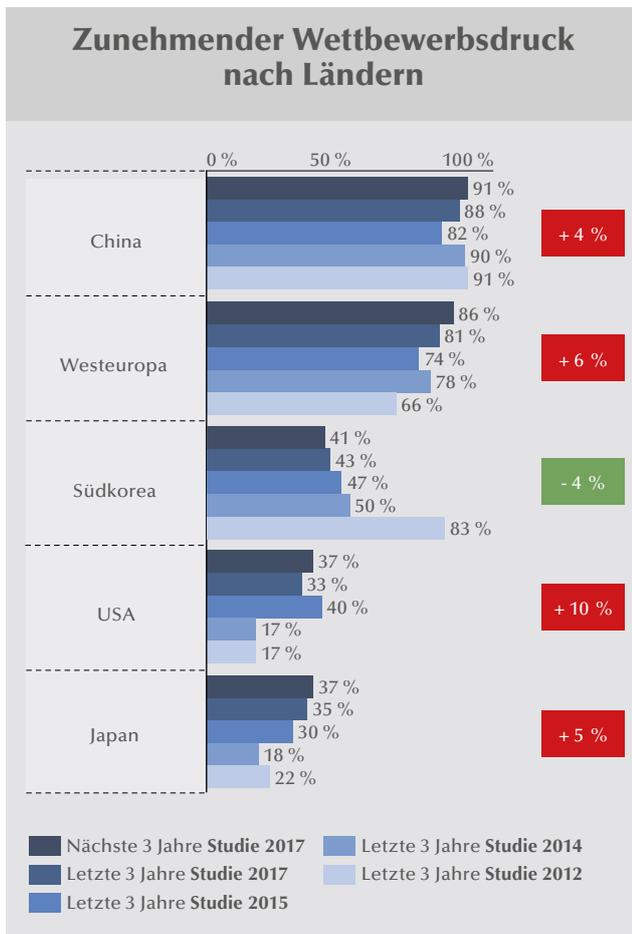


Abbildung 4

Trefferquote sinkt weiter – Optimierung der Angebotsprozesse

Die Trefferquote im Anlagenbau – die sogenannte Hitrate – spiegelt das Verhältnis von erhaltenen Aufträgen zu abgegebenen Angeboten wider. Diese Kennzahl hat sich in den letzten Jahren deutlich verschlechtert. Während die Panelerhebung für die Jahre 2012 und 2014 noch Werte in einer Größenordnung

von 30 Prozent auswies, ist die Hitrate 2015 auf 26 Prozent abgerutscht und liegt aktuell bei 25 Prozent. Das bedeutet, dass Anlagenbau-Unternehmen im Schnitt mittlerweile vier Angebote legen müssen, um einen einzigen Auftrag zu erhalten (vgl. Abbildung 5).

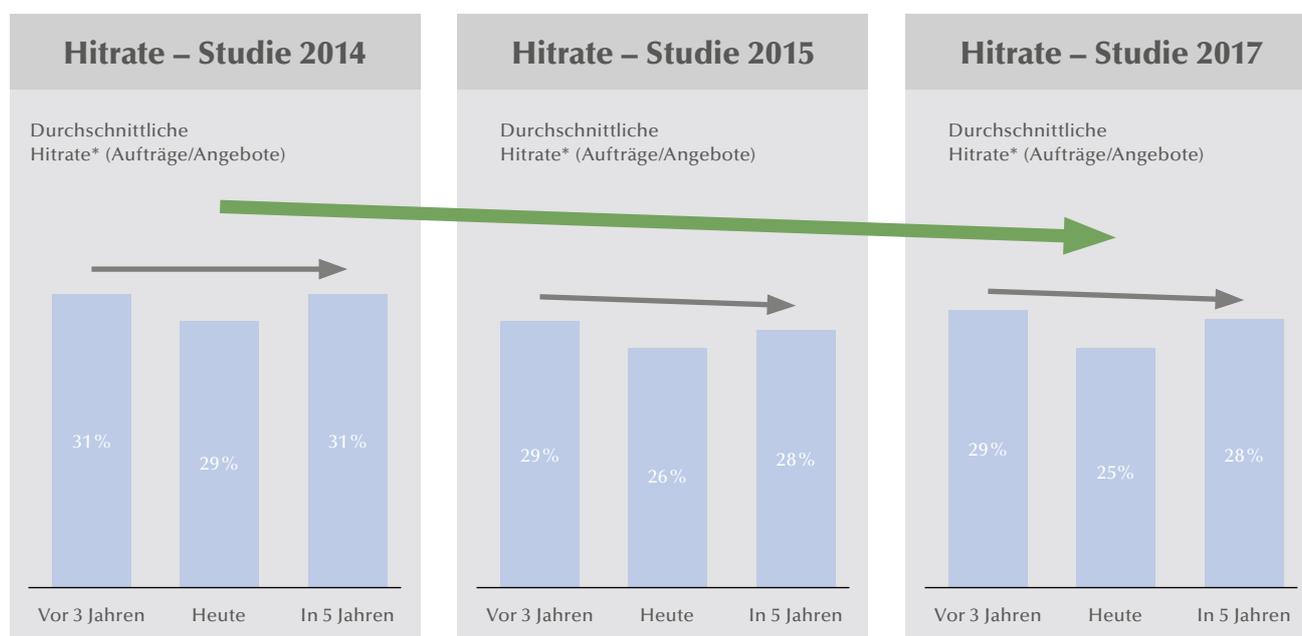


Abbildung 5

*Arithmetisches Mittel

Deutlich manifestiert sich in dieser Entwicklung die zuvor beschriebene Zunahme des Wettbewerbsdrucks im Großanlagenbau. Angesichts einer geringeren Zahl an Projekten und zunehmender Käufermacht gelingt es den befragten Unternehmen immer seltener, ihre Trefferquoten konstant zu halten. Immerhin rechnet die Branche damit, diese Kennzahl bis 2022 wieder auf einen Wert von 28 Prozent anheben zu können.

Hinter dieser Erwartung steht zu einem die Hoffnung auf ein verbessertes konjunkturelles Umfeld, insbesondere in den Schwellenländern, verbunden mit wieder deutlich mehr zur Vergabe stehenden Projekten. Gleichzeitig planen viele Unternehmen, ihre

Angebotsprozesse zu optimieren und die damit einhergehenden, zum Teil enormen Kosten der Angebotserstellung spürbar zu senken. Die Umfrageergebnisse zeigen, dass damit ein erhebliches Effizienzpotenzial verbunden ist. So lagen die durchschnittlichen Angebotskosten im Jahr 2012 bei ca. 1,2 Prozent des Auftragswertes. Mittlerweile ist dieser Wert auf 1,4 Prozent gestiegen. Von den bereits eingeleiteten Gegenmaßnahmen – etwa der verstärkten Modularisierung von Anlagenkomponenten oder ganzer Baugruppen – und den zukünftig geplanten Schritten erhoffen sich die befragten Unternehmen einen Rückgang der durchschnittlichen Angebotskosten auf 1,3 Prozent bis 2022 (vgl. Abbildung 6).

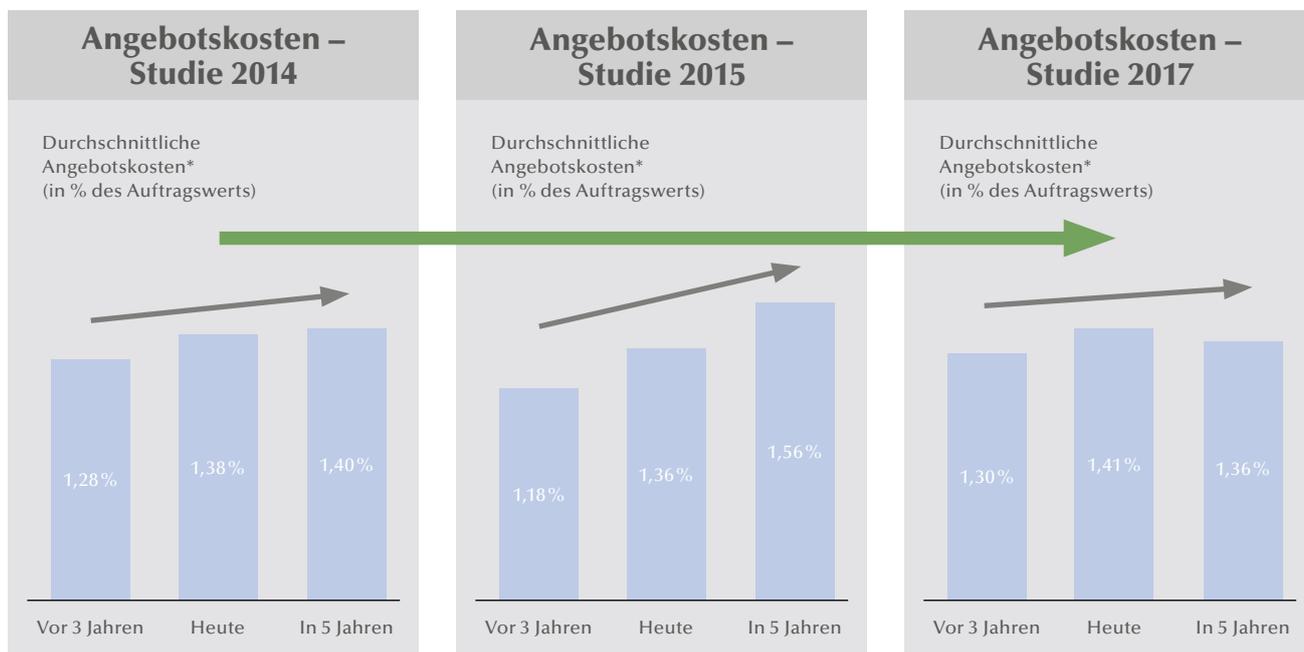


Abbildung 6

*Arithmetisches Mittel

5 Industrie 4.0: Vergleich der Studienergebnisse 2015 und 2017

Eine wichtige Erkenntnis der Studie aus dem Jahr 2015 war, dass die Herausforderungen, die der Anlagenbau im Kontext von Industrie 4.0 zu bewältigen hat, komplex und anspruchsvoll sind. Die stärksten Änderungen wurden damals beim Engineering und in der Zusammenarbeit zwischen Betreibern und Ausrüstern erwartet. Für diese Herausforderungen war der Anlagenbau 2015 offenbar nur unzureichend gerüstet. Die Branche hat sich seitdem intensiv mit den Themen Industrie 4.0 und Digitalisierung beschäftigt und entsprechende Maßnahmen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit eingeleitet. Im Folgenden werden die aktuellen Studienergebnisse somit auch in Relation zur Vorgängerstudie gestellt und bewertet.

Industrie 4.0 bietet Chancen zur Umsatzsteigerung, vor allem mit neuen Produkten und Dienstleistungen

2017 hat sich die Wahrnehmung der Digitalisierung im Anlagenbau deutlich verändert: Die Branche sieht durch Industrie 4.0 mittlerweile erheblich größere Chancen für ihr Geschäft als noch 2015. Dies gilt sowohl für die Möglichkeiten, den Umsatz zu steigern als auch Kosten zu senken und Zeit bei der Projektabwicklung zu sparen. Als wichtigste Chance werden in diesem Zusammenhang Umsatzsteigerungen durch neue Produkte und Dienstleistungen gesehen. Dieser Möglichkeit waren sich 2015 schon 53 Prozent der Teilnehmer bewusst. Mittlerweile

sehen sogar 72 Prozent der Befragten hierin Potenzial (vgl. Abbildung 7).

Industrie 4.0 bietet ferner Möglichkeiten zur Verkürzung der Time-to-Market, also der Dauer von der Produktentwicklung bis zur Platzierung des Produkts am Markt. Dieser für den Anlagenbau wichtigen Kennzahl wird gegenüber der Befragung 2015 inzwischen ein um 14 Prozent höheres Potenzial zugeordnet.

Aber auch die Möglichkeit, den Umsatz im bestehenden Geschäftsmodell zu erhöhen, wird jetzt deutlich stärker wahrgenommen als noch 2015. Konnten sich damals nur sieben Prozent der Teilnehmer entschließen, diesen Punkt als sehr relevant zu bezeichnen, so sind es heute bereits 31 Prozent. Diese Entwicklung verdeutlicht eindrucksvoll die Erwartungen, die der Industrieanlagebau mittlerweile mit der Digitalisierung verknüpft.

Neben dem erheblichen Potenzial für Umsatzsteigerungen werden verstärkt auch Möglichkeiten zur Kostenreduzierung gesehen. 19 Prozent der Teilnehmer bewerteten diesen Punkt 2017 als sehr relevant; 2015 waren nur etwa halb so viele Teilnehmer dieser Meinung.

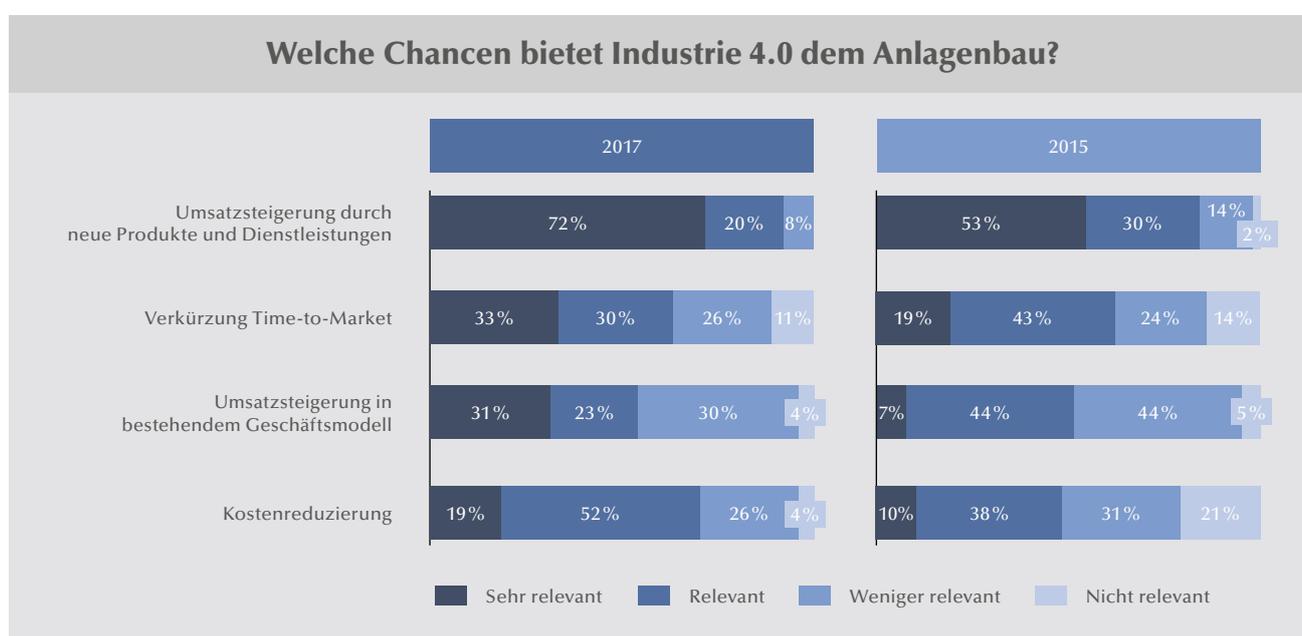


Abbildung 7



Auch der Anlagenbetrieb sieht mittlerweile deutlich größere Chancen durch Industrie 4.0 als noch 2015. Wie auch beim Anlagenbau werden im Anlagenbetrieb Kostenreduzierungen und Umsatzsteigerungen durch neue Produkte und Dienstleistungen erwartet.

Kostensenkungen werden in der aktuellen Studie von 67 Prozent der Antwortenden als sehr relevant angesehen. Das ist mehr als eine Verdoppelung gegenüber dem Wert von 2015. Gleiches gilt für mögliche Umsatzsteigerungen durch neue Produkte und Services: 2017 sind 65 Prozent der Teilnehmer überzeugt, dass hier große Chancen für Betreiber bestehen (2015: 38 Prozent, vgl. Abbildung 8).

Welche Chancen bietet Industrie 4.0 dem Anlagenbetrieb?

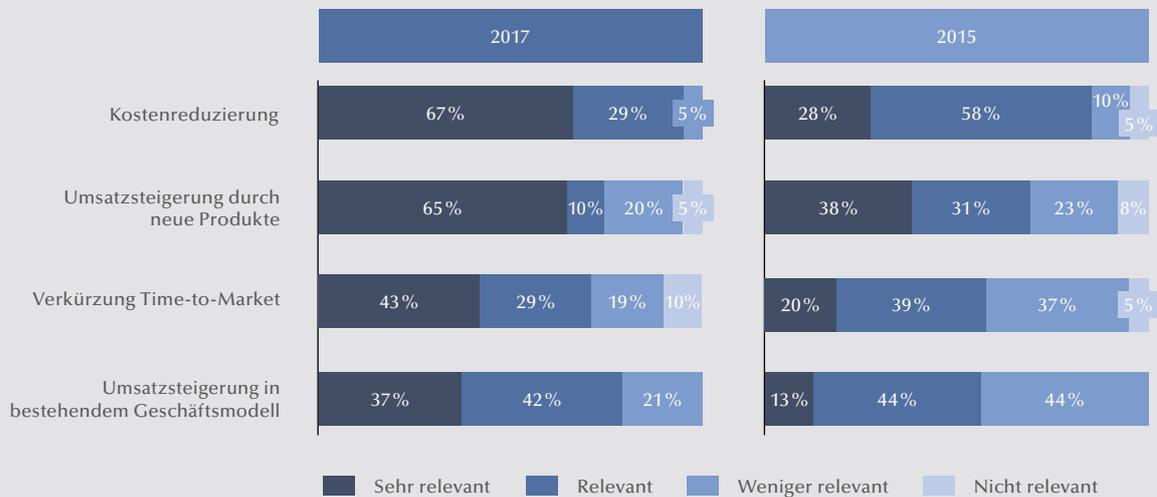


Abbildung 8

Auch die Anlagenausrüster erkennen in der Digitalisierung mittlerweile deutlich größere Chancen als noch 2015. Dabei stehen die Möglichkeiten, Umsatzsteigerungen durch neue Produkte und Dienstleistungen zu

erzielen, für diese Gruppe im Fokus. Neue Services, vor allem zur Analyse großer Datenmengen („Big Data“) spielen hierbei eine besondere Rolle (vgl. Abbildung 9).

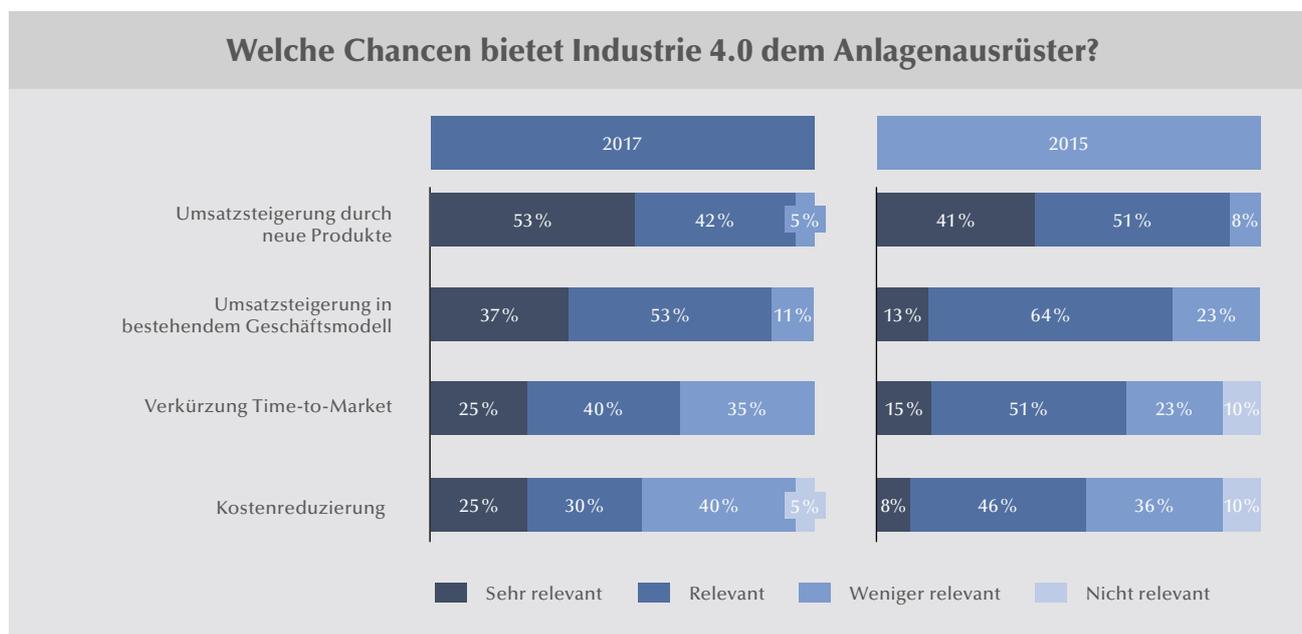
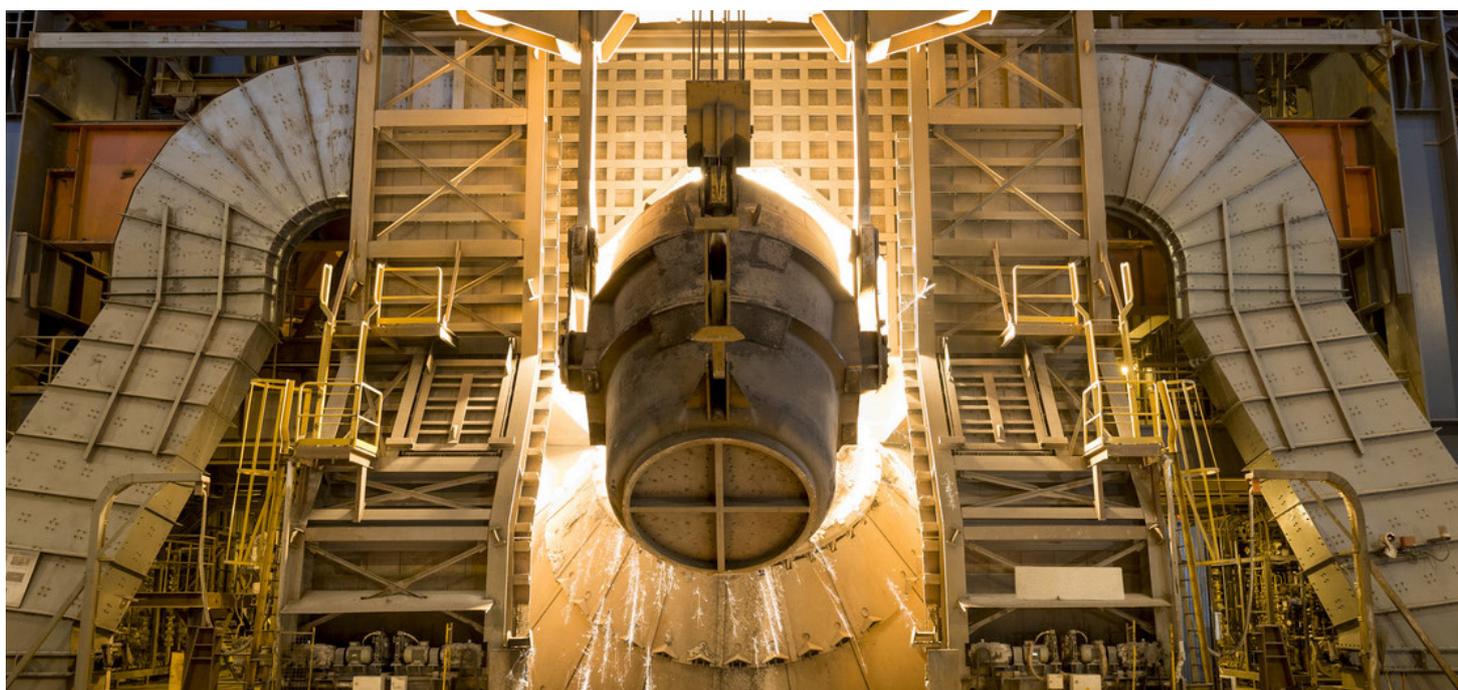


Abbildung 9





„Digital Readiness“

Der Anlagenbau sieht sich heute deutlich besser auf die Herausforderungen der Digitalisierung vorbereitet als noch vor zwei Jahren. Das gilt sowohl für das eigene Unternehmen als auch für die Branche insgesamt (vgl. Abbildung 10).

Die Bündelung verschiedener Aktivitäten (z.B. Automatisierung, Service) und das zunehmende Verständnis des Themas Industrie 4.0 können möglicherweise zu dieser neuen Wahrnehmung beigetragen haben.

Offensichtlich haben aber auch die konkreten Aktivitäten der Unternehmen zugenommen, etwa bei der Schaffung adäquater Strukturen (Etablierung von Chief Digital Officers und ganzer Abteilungen für Industrie 4.0) oder bei der Verbandsarbeit. Dies deckt sich auch mit den Erkenntnissen aus Abbildung 7, wonach Umsatzsteigerungen auf Basis von digitalen Produkten heute eher für möglich gehalten werden als in der Vergangenheit.

Einen Wermutstropfen gibt es bei der Einschätzung der „Digital Readiness“ auf Seiten der Anlagenausrüster. Diese sehen sich heute weniger gut vorbereitet als noch 2015. Ein Grund hierfür könnte in der zunehmenden technologischen Komplexität liegen, die es insbesondere den Zulieferern schwer macht, alle im Kontext von Industrie 4.0 relevanten Aspekte zu bedienen.

Wie gut ist die Anlagenbranche derzeit auf Industrie 4.0 vorbereitet?

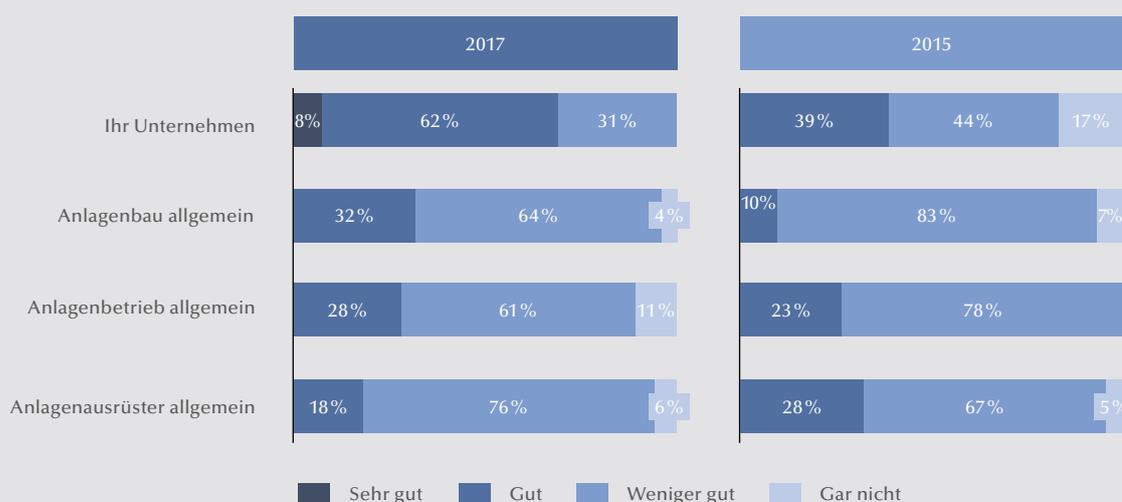


Abbildung 10

Welche Risiken sehen die Unternehmen im Zusammenhang mit Industrie 4.0? Grundsätzlich lässt sich sagen, dass das Risikobewusstsein im Anlagenbau generell gestiegen ist, die möglichen Risiken der Digitalisierung werden im Vergleich zu 2015 mittlerweile deutlich stärker wahrgenommen. Dies gilt für alle abgefragten Themenfelder, wobei den Sicherheitsrisiken nach wie vor die höchste Relevanz beigemessen wird. Die Erkenntnis, dass neue Geschäftsmodelle durchaus scheitern können, ist klarer als bisher ins Bewusstsein der Unternehmen getreten. Eine große Herausforderung wird ferner in der Verfügbarkeit qualifizierter

Mitarbeiter gesehen. Der Kampf um hochqualifiziertes Personal wird nicht zuletzt dadurch verstärkt, dass neben dem Anlagenbau viele andere Branchen um digitale Talente konkurrieren. Die Attraktivität des Großanlagenbaus im Allgemeinen und der einzelnen Unternehmen im Speziellen ist daher weiterhin sicherzustellen (vgl. Abbildung 11).

Das alles deutet darauf hin, dass die Branche sich in den letzten 18 Monaten intensiver als zuvor mit dem Thema Digitalisierung und auch mit den damit verbundenen Risiken auseinandergesetzt hat.

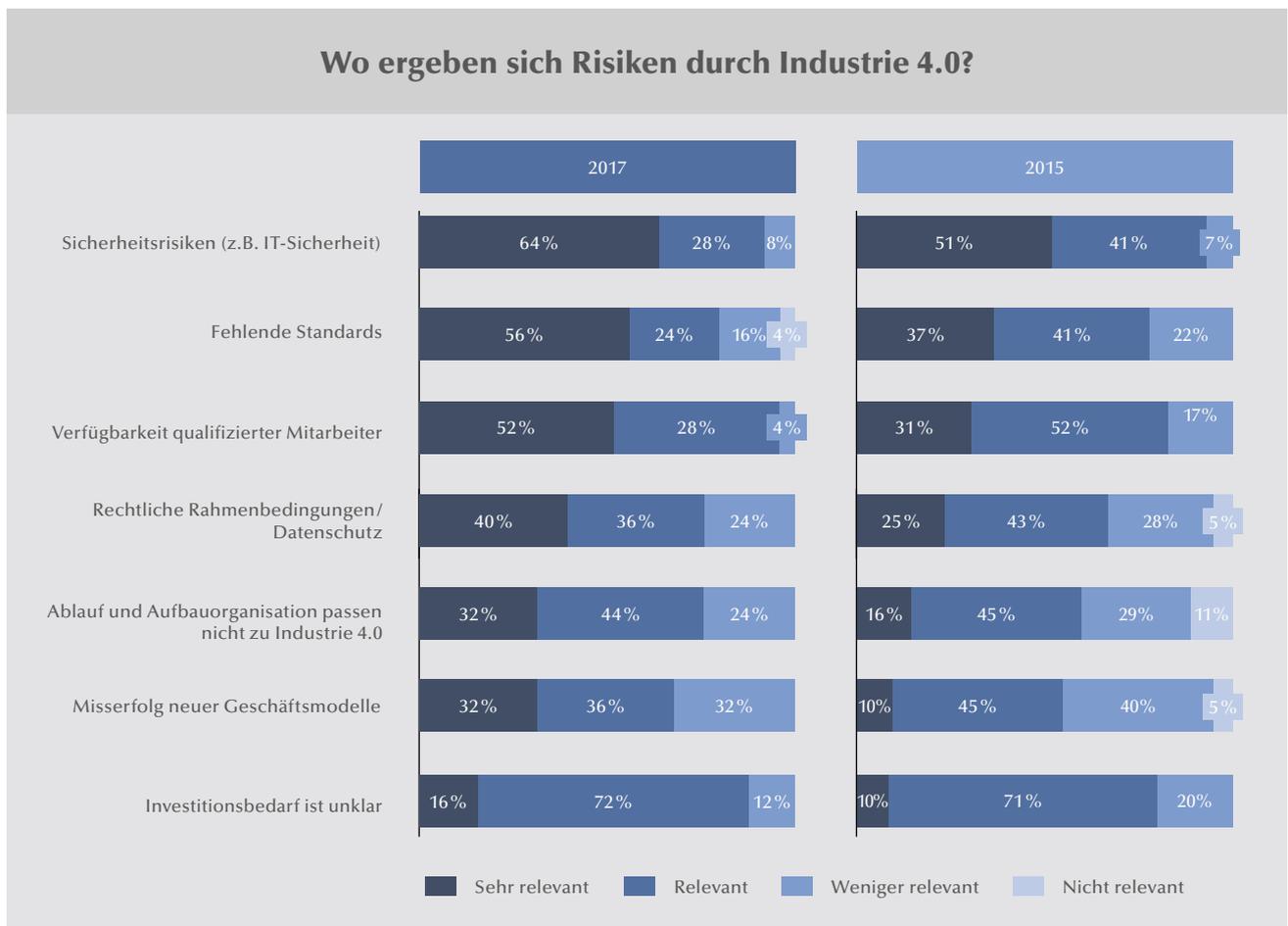


Abbildung 11

Generell werden in allen Wertschöpfungsstufen des Anlagenbaus die Möglichkeiten von Wettbewerb durch Branchenfremde stärker wahrgenommen als in der Vergangenheit. Besonders wird dies im Bereich der Dienstleistungen (z.B. Datenanalyse und Wartung) deutlich.

Aber auch im klassischen Anlagenbau wird das Auftreten branchenfremder Wettbewerber im Markt mittlerweile für wahrscheinlicher gehalten als noch

2015 (vgl. Abbildung 12). Aktuelle Beispiele aus der Logistik- und Mobilitätsbranche verdeutlichen, wie schnell aus einer potenziellen eine tatsächliche Bedrohung werden kann. Ob solche Entwicklungen den Anlagenbau mittelfristig in ähnlicher Weise bedrohen, bleibt abzuwarten. Einen Einblick über die aus Sicht des Anlagenbaus wichtigsten Digitalisierungstrends in relevanten Branchen liefert das Kapitel 7: Was kann der Anlagenbau von anderen Branchen lernen?

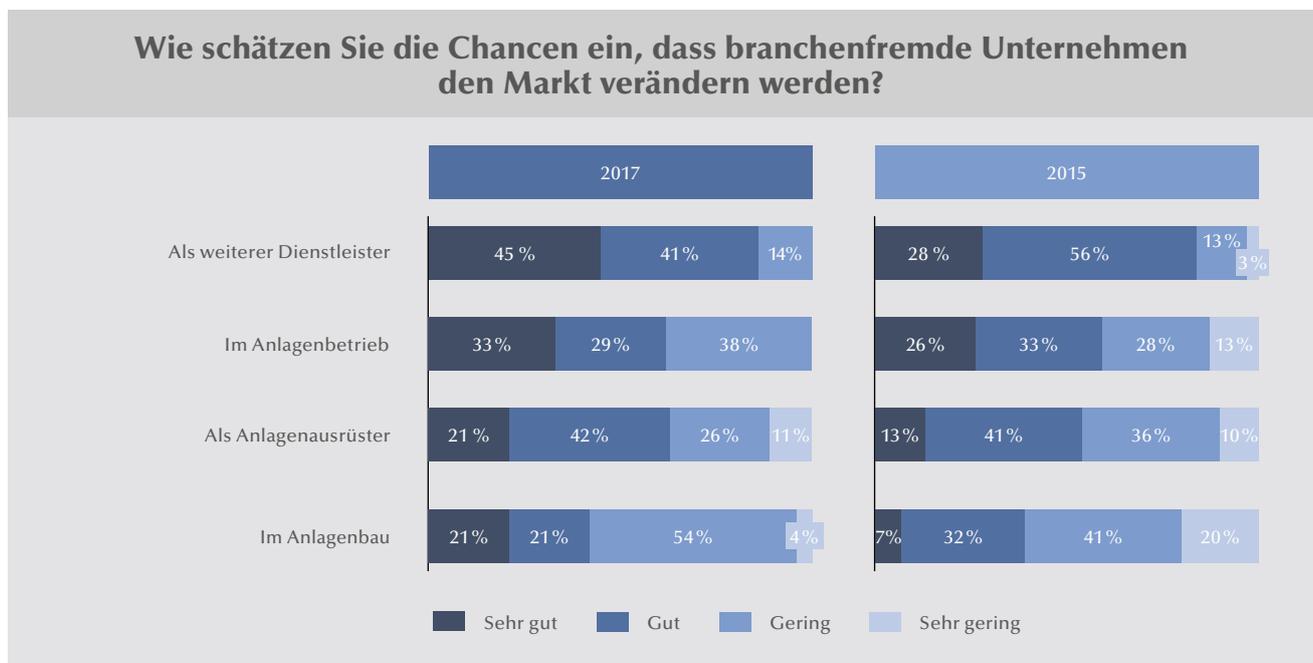


Abbildung 12

Das Bewusstsein für die Notwendigkeit der Schaffung technischer, rechtlicher und organisatorischer Voraussetzungen für Industrie 4.0 hat im Anlagenbau deutlich zugenommen (vgl. Abbildung 13). Diese Aussage gilt für nahezu alle abgefragten Bereiche – mit Ausnahme der Aus- und Weiterbildung, die aber von allen Befragten als zumindest relevant bewertet wird.

Als wichtigste Voraussetzung für die Umsetzung von Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau wird von den Unternehmen nach wie vor die Einrichtung einer funktionierenden digitalen Infrastruktur gesehen und somit staatliches Handeln angemahnt. Die flächen-deckende Versorgung mit schnellen Breitband- und

Mobilfunkverbindungen ist dabei eine notwendige Voraussetzung, wenn sich Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette vernetzen wollen. Gerade die Maschinen- und Anlagenbauer benötigen eine moderne digitale Infrastruktur, um sich weiterhin erfolgreich am Weltmarkt behaupten zu können. Der Bedarf an hohen Übertragungsgeschwindigkeiten wird weiterhin stark zunehmen – gerade auch im ländlichen Raum. Deswegen führt auf mittlere Sicht kein Weg an flächen-deckenden Glasfaseranschlüssen vorbei.

Vor diesem Hintergrund gewinnt die aktuelle VDMA-Forderung, den Breitbandausbau in Deutschland umfassend voranzutreiben, besonderes Gewicht.

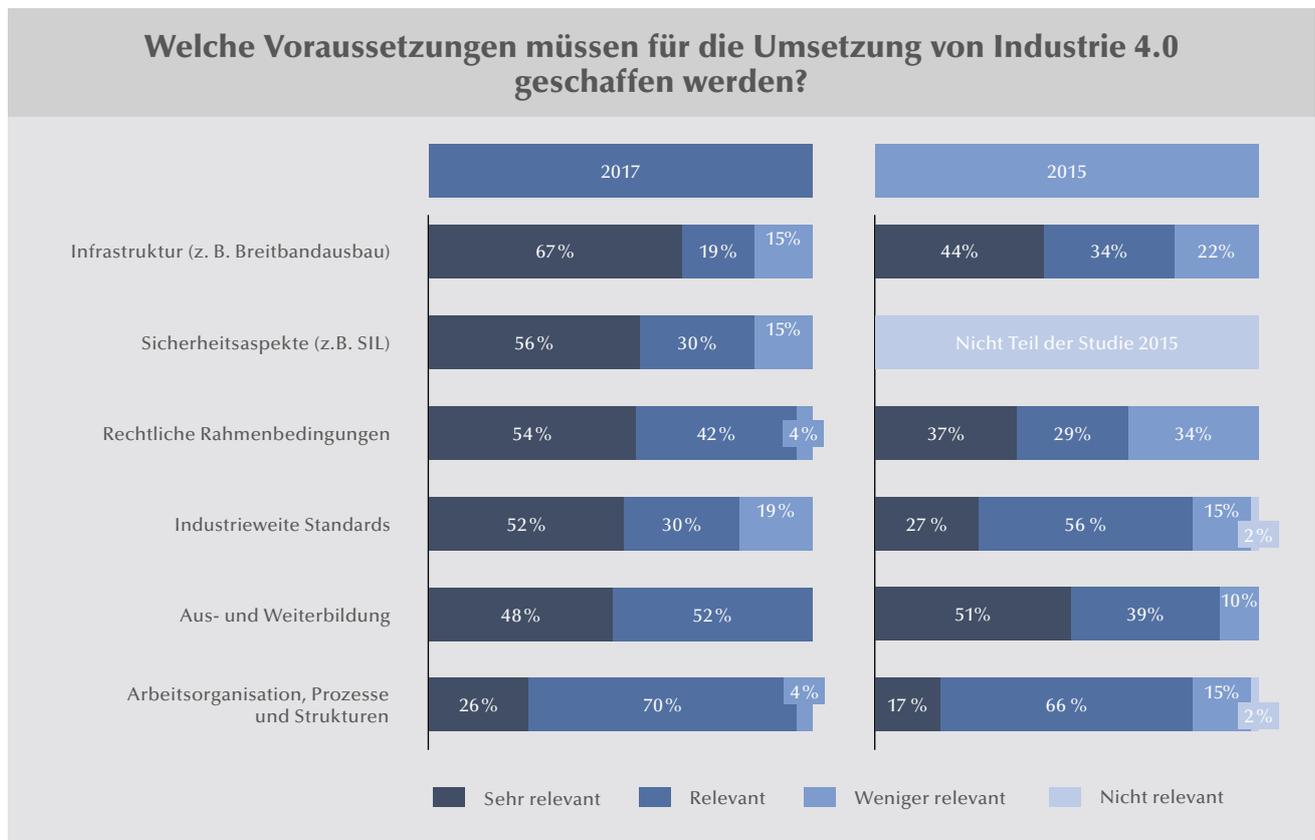


Abbildung 13

Maßnahmen zur Nutzung des Potenzials von Industrie 4.0

Stärker als um mögliche Kostenreduzierungen haben sich die Unternehmen des Anlagenbaus bislang um die Potenziale, die Umsätze zu steigern, gekümmert. Das heißt, dass kostenwirksame Maßnahmen nur von 13 Prozent der Befragten mit hoher Priorität implementiert worden sind, während Umsatzsteigerungen durch neue Produkte und Services von 42 Prozent der Studienteilnehmer als prioritäre Maßnahme verfolgt werden (vgl. Abbildung 14).

Industrie 4.0 kann somit zu einem entscheidenden Hebel für Umsatzsteigerungen werden. Im Anlagenbau können die Unternehmen auf große Datenmengen zugreifen, was sowohl für die Betreiber als auch für die Ausrüster und Anlagenbauer selber gilt. Somit kann auf Basis der Analyse von Betriebs-, Zustands- und Umfelddaten effizienter produziert werden.

Zudem können die eigenen Produkte mit Industrie 4.0-Technologien ausgestattet werden, um beispielsweise neue Dienstleistungen anzubieten. Schließlich besteht die Möglichkeit, die weltweit verteilten Produktionsstätten nach dem Motto „Plug and Produce“ einfacher einzurichten und bei Bedarf anzupassen.

Beispiele für neue Produkte und Dienstleistungen können sein:

- Digitalisierung der Anlagen
- Schaffung eines digitalen Abbilds („Digital Twin“), sowohl von neuen als auch von bereits existierenden Anlagen
- Augmented-Reality-Lösungen
- Building Information Modeling (4D- und 5D-Anwendungen)
- GPS-Anwendungen

Für welche Chancen, die Industrie 4.0 dem Anlagenbau bietet, wurden Maßnahmen in Ihrem Unternehmen ergriffen?

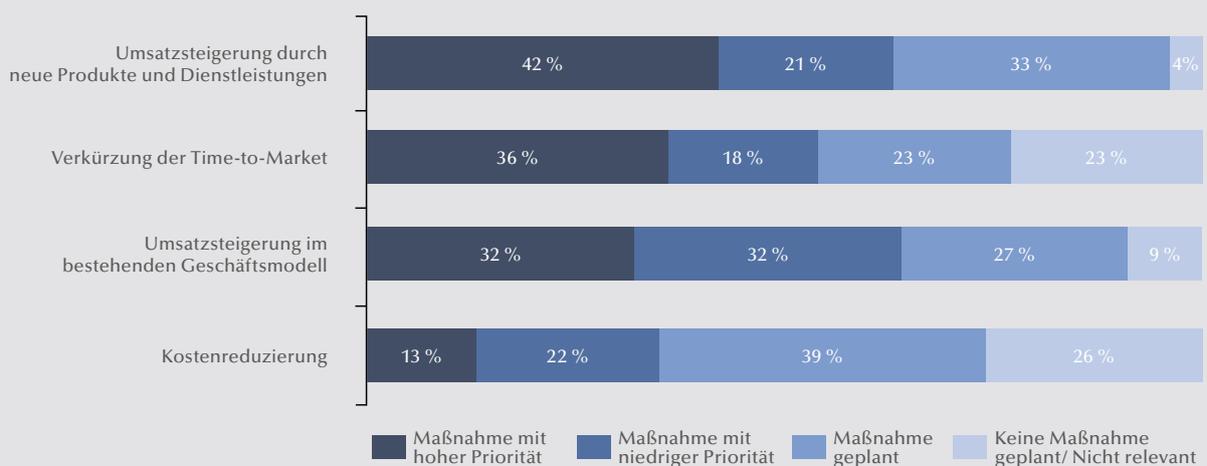


Abbildung 14

Um das Potenzial von Industrie 4.0 zu nutzen, haben Anlagenbetreiber – im Gegensatz zum Anlagenbau – bislang vor allem Maßnahmen zur Umsatzsteigerung im bestehenden Geschäftsmodell sowie zur Kostenreduzierung ergriffen (vgl. Abbildung 15). Dass im Anlagenbetrieb eine leicht höhere Chance besteht, im existierenden Geschäftsmodell erfolgreich zu sein, ist

auf die Möglichkeit der Nachrüstbarkeit von Anlagen mit intelligenter Sensorik zurückzuführen. Dadurch erschließen sich Potenziale im Bereich der Datenanalyse, wodurch Instandhaltung und Wartung zustandsorientiert durchgeführt werden können (Predictive Maintenance).

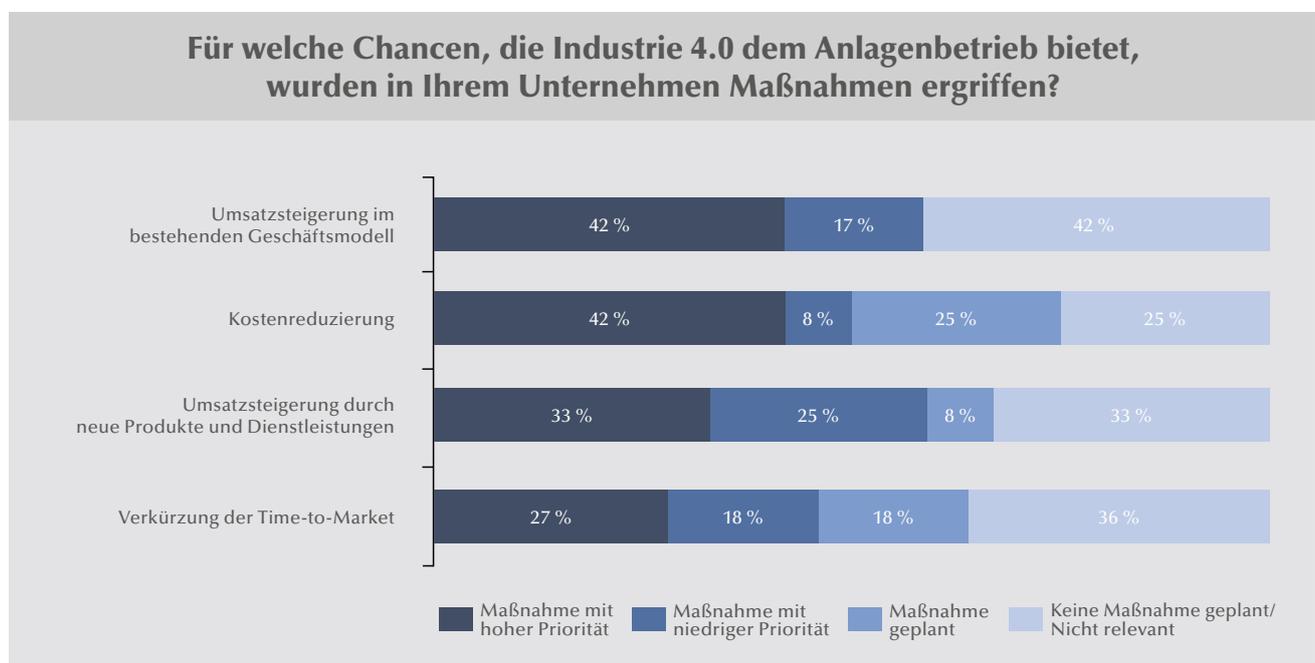


Abbildung 15

Die Anlagenausrüster haben vor allem Maßnahmen ergriffen, um Umsatzsteigerungen durch neue Produkte und Dienstleistungen zu erreichen und zwar in einem stärkeren Maße, als das im Anlagenbau und im Anlagenbetrieb der Fall ist (vgl. Abbildung 16).

Beispiele für diese neuen Produkte und Dienstleistungen sind:

- Neue Produkte mit Zusatznutzen (z.B. Pumpe mit intelligenter Sensorik)
- Nachrüstungen im Bestand (z.B. Ersatz konventioneller Armaturen durch intelligente Armaturen)
- Predictive Maintenance auf Grundlage von Big Data-Analysen



Für welche Chancen, die Industrie 4.0 den Anlagenausrüstern bietet, wurden Maßnahmen in Ihrem Unternehmen ergriffen?

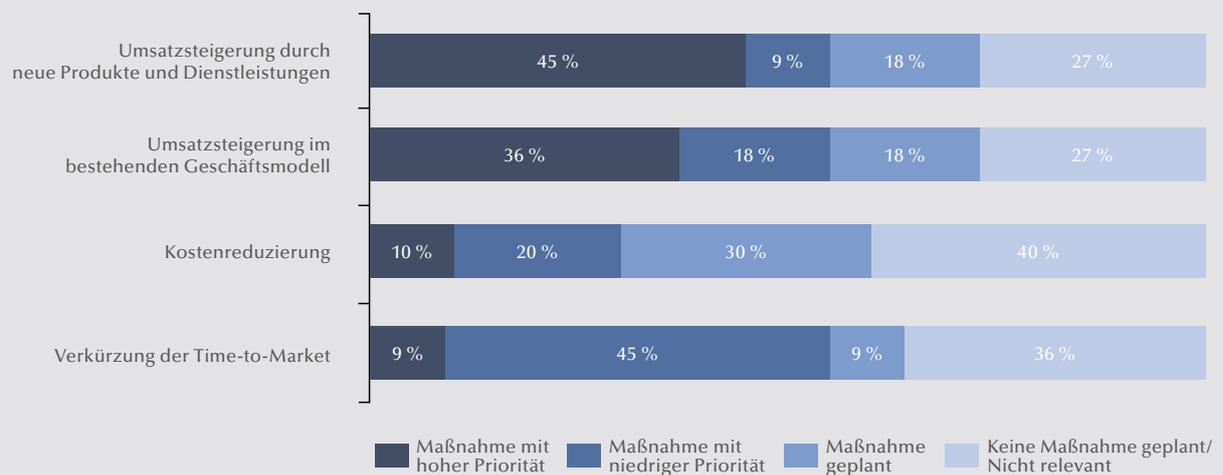


Abbildung 16

Von herausragender Bedeutung bei der Risikoprävention sind Maßnahmen zur Abwehr von Sicherheitsrisiken, vor allem bei der IT-Sicherheit (vgl. Abbildung 17). Entsprechende Maßnahmen wurden sowohl im

Anlagenbau, im Betrieb als auch von Seiten der Ausrüster bereits ergriffen. Bei den übrigen abgefragten Maßnahmen ist keine klare Prioritätensetzung zu erkennen.

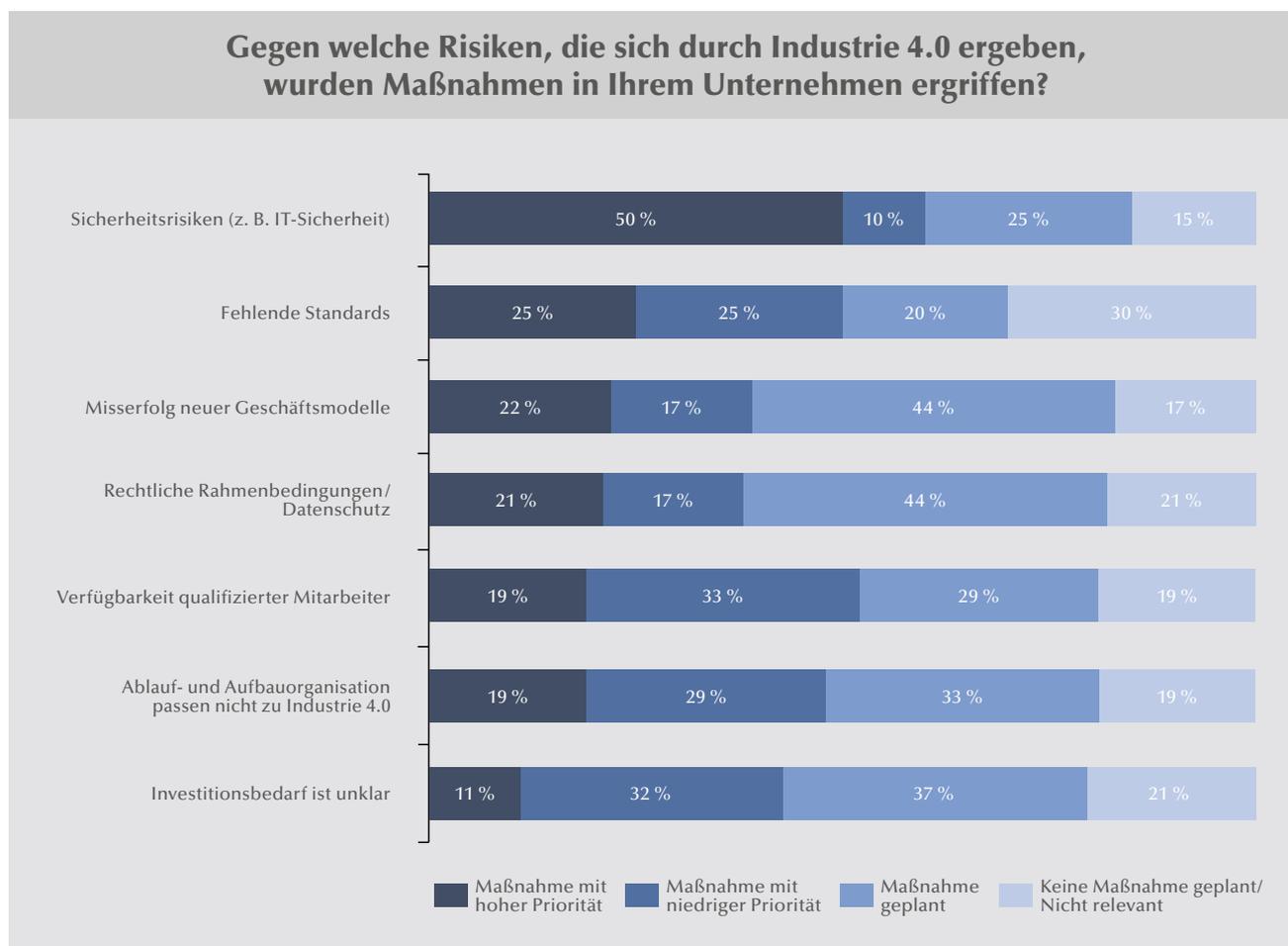


Abbildung 17

Eine zentrale Voraussetzung für die Digitalisierung ist die Schaffung einer digitalen Infrastruktur (vgl. Abb. 13). Dies ist zum einen eine Aufgabe des Staates (Breitbandausbau). Doch auch die befragten Unternehmen gehen diesen Punkt – im Rahmen der betrieblichen Möglichkeiten – mit hoher Priorität an. Beispiele sind die Einrichtung sogenannter Cloud Offerings (z.B. die Schaffung einer Netzwerkinfrastruktur), von Data Center Services (alle Unterstützungsfunktionen eines Rechenzentrums, speziell das Management der Cloud-Lösungen) oder die Erledigung klassischen IT-Sicherheitsaufgaben.

Überraschend ist, dass nur 18 Prozent der Befragten die Aus- und Weiterbildung als Maßnahme mit hoher Priorität bewerten (vgl. Abbildung 18). Dieser Punkt ist auch deswegen bemerkenswert, weil die Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter als kritischer Erfolgsfaktor im Rahmen der Digitalisierung angesehen wird. Eine nachhaltige Bewertung und Einschätzung kommt für den Anlagenbau aber möglicherweise noch zu früh. Die Anforderungen an die Qualifikation und Kompetenz der Mitarbeiter im Rahmen der Digitalisierung unterliegen aktuell und sicherlich auch zukünftig noch starken Veränderungen.



Für welche für die Umsetzung von Industrie 4.0 notwendigen Voraussetzungen wurden Maßnahmen in Ihrem Unternehmen ergriffen?

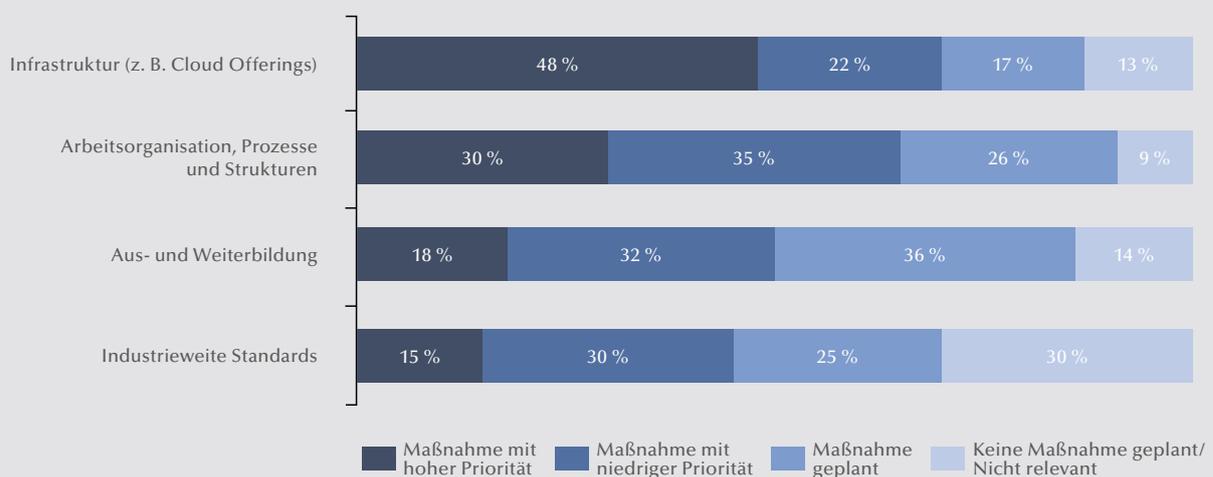


Abbildung 18

6 Industrie 4.0: Potenziale und Trends

Die Digitalisierung als einer der Mega-Trends der vergangenen Jahre rückt immer stärker in den Fokus des Anlagenbaus. Allerdings besteht in der Industrie weiterhin Bedarf, sich mit dem Thema zielgerichtet auseinander zu setzen und die vorhandenen Potenziale stärker als bisher zu nutzen. Von einer durchgehenden digitalen Reife kann daher im Anlagenbau (noch) nicht gesprochen werden.

Servicestrategien stehen in einem engen Zusammenhang mit der Digitalisierung und erste Erfolge mit digitalen Services konnten im Anlagenbau bereits erzielt werden. Allerdings stehen viele neue Geschäftsmodelle, die das Thema Service stärker in den Fokus nehmen, kurzfristig noch nicht zur Implementierung an.

Digitalisierungsstrategien: Vor dem Einsatz liegt die Vorbereitung

Die Mehrheit der an der Studie teilnehmenden Firmen sieht sich noch nicht gut auf die Digitalisierung vorbereitet – nur bei einem Aspekt („Existieren Werkzeuge oder Prozesse, mit deren Hilfe die Wirkungszusammenhänge im Unternehmen dargestellt werden?“) sind 10 Prozent der Befragten der Ansicht, bereits sehr gut da zu stehen. Es sind also aus Sicht fast aller Teilnehmer noch erhebliche Anstrengungen notwendig, bis das Potenzial der Digitalisierung im Anlagenbau zur Entfaltung kommt. Mit Blick auf diese Details erweist sich die Abbildung 10 zu entnehmende allgemeine Einschätzung, dass der Anlagenbau relativ gut und vor allem deutlich besser als 2015 auf die Digitalisierung vorbereitet ist, wohl als etwas zu optimistisch. Diese generelle Bewertung sollte zumindest hinterfragt werden.

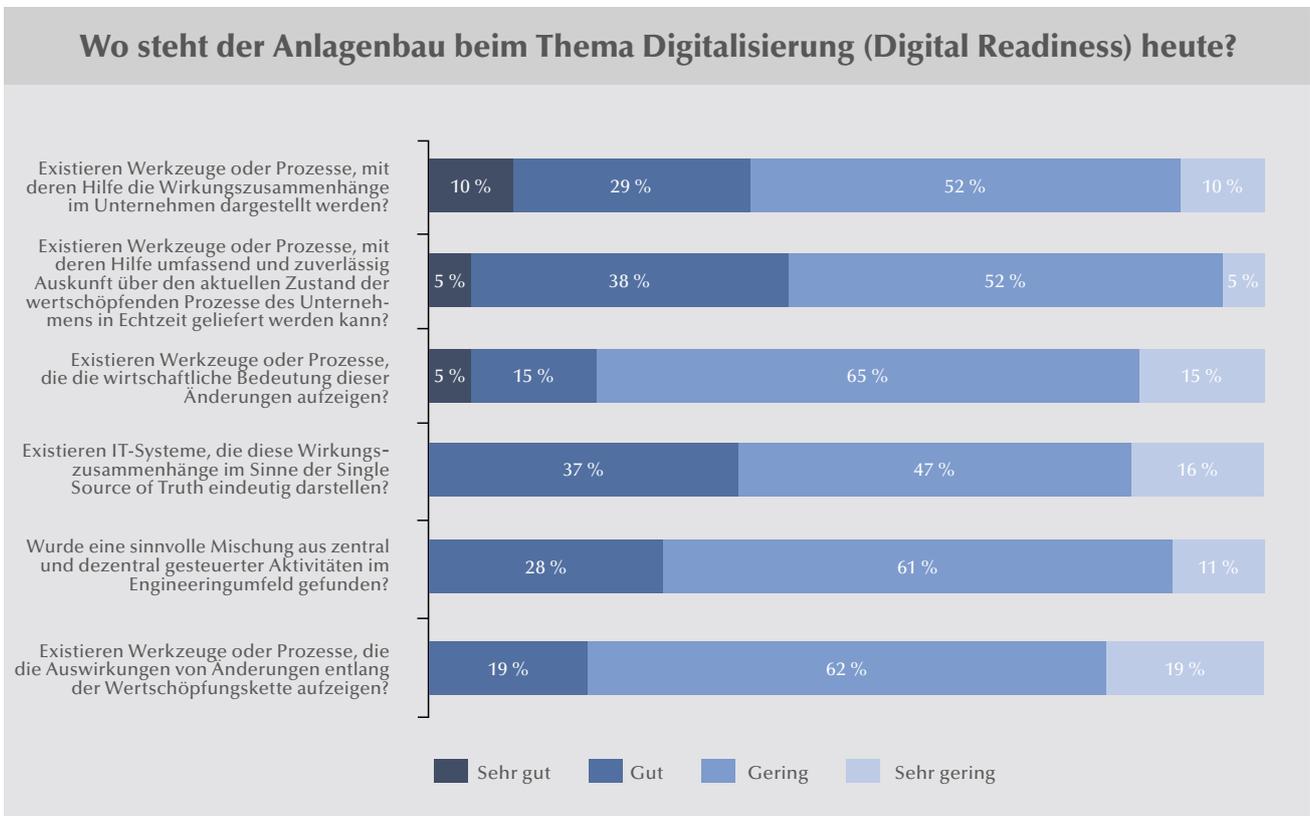


Abbildung 19

Alle genannten organisatorischen Handlungsfelder werden als überwiegend sehr relevant oder relevant bewertet, wobei die Bereiche „Customer Experience“ sowie „Produkt- und Serviceinnovationen“ als wichtigste Felder identifiziert werden (siehe Abbildung 20). Unter Customer Experience wird die Schaffung einer positiven Kundenerfahrung zwischen Anwender und Produkt oder Anbieter verstanden. Erste Erfolge bei der Umsetzung der Digitalisierung im Unternehmen und die damit verbundene Steigerung der Akzeptanz hat bereits zu weiteren Aktivitäten geführt. So haben manche Unternehmen Digitalisierungsprojekte in Kooperationen mit externen Partnern, z.B. Start-ups, durchgeführt, auch um von deren technologischem Wissen und innovativen Arbeitsweisen zu profitieren.



Was sind die größten organisatorischen Handlungsfelder für Ihr Unternehmen?

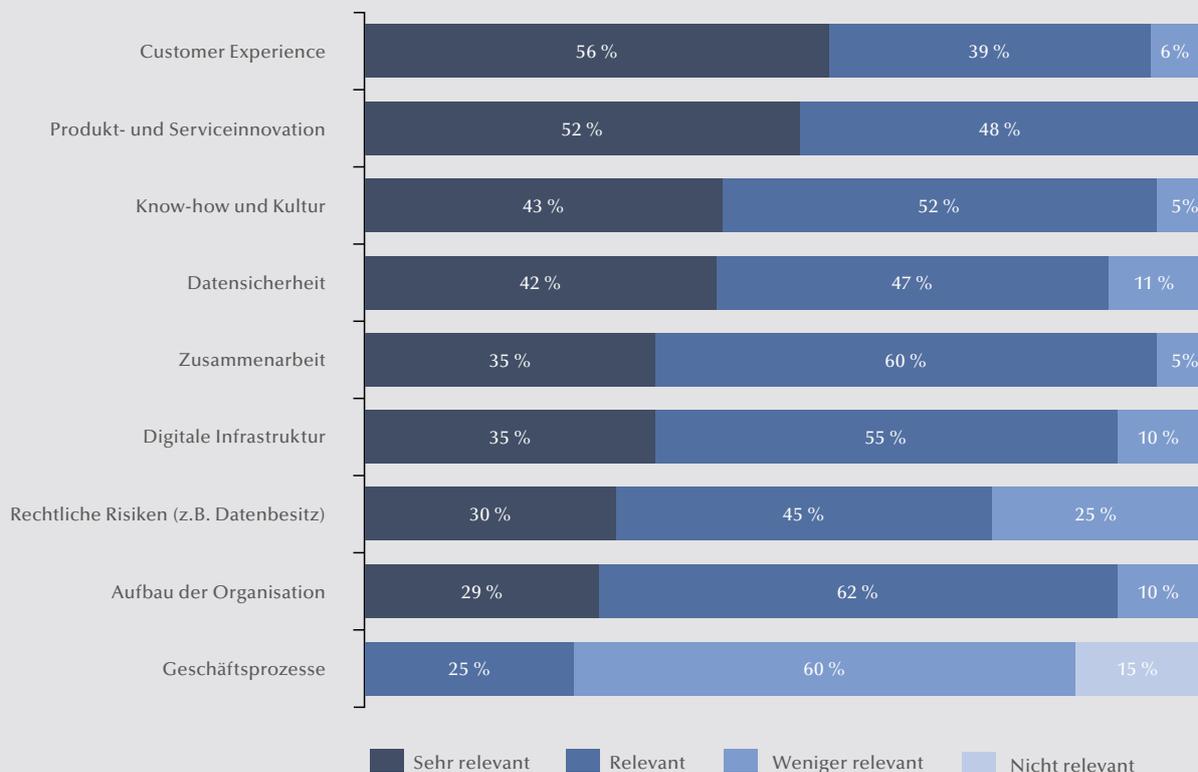


Abbildung 20

Auch bei den technologischen Handlungsfeldern werden alle Parameter überwiegend als sehr relevant oder relevant bewertet. Allerdings liegt eine deutlich stärkere Staffelung als bei den organisatorischen Handlungsfeldern vor (vgl. Abbildung 21).

Themen sind im Kontext von Big Data-Analysen und Predictive Maintenance als zwingende Voraussetzung der Digitalisierung zu sehen. Daten müssen kontinuierlich erfasst und online ausgewertet werden, um eine zustandsbasierte Instandhaltung zu ermöglichen.

Echtzeitsimulationen und Sensorik scheinen die derzeit wichtigsten Handlungsfelder zu sein. Diese

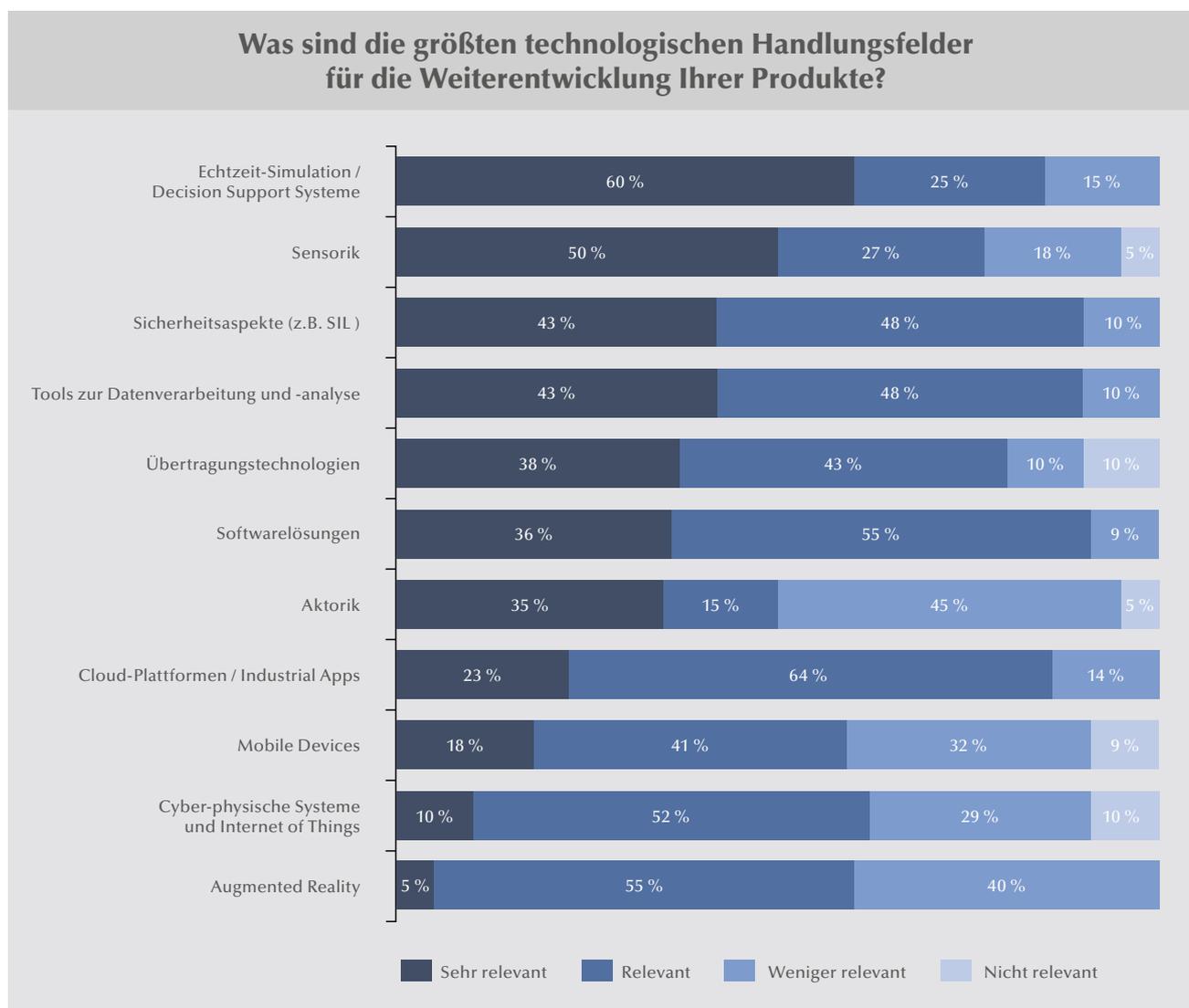


Abbildung 21

Für die erfolgreiche Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie müssen alle Aspekte der Wertschöpfungskette im Anlagenbau betrachtet werden. Das Zusammenspiel zwischen Anlagenbauer, Ausrüster und dem späteren Betreiber ist somit ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Wie steht es um diese Zusammenarbeit?

Die Antworten in Abbildung 22 zeigen, dass es insbesondere dann zu Problemen in der Zusammenarbeit kommen kann, wenn der Kunde digital reifer ist als der Lieferant.

Die Antworten legen somit nahe, dass der Lieferant grundsätzlich digital fortgeschrittener sein sollte als der Kunde, damit die Zusammenarbeit zwischen den Partnern gut funktioniert. Der Komponentenlieferant sollte also an der Spitze der Entwicklung stehen. Vergleicht man diese Aussagen zu der vorab untersuchten „Digital Readiness“ (siehe Abbildung 10), haben vor allem die Anlagenausrüster digitalen Nachholbedarf, da diese offenbar am wenigsten gut auf die Digitalisierung vorbereitet sind.



Was bedeuten unterschiedliche Reifegrade in der Digitalisierung für die Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten?

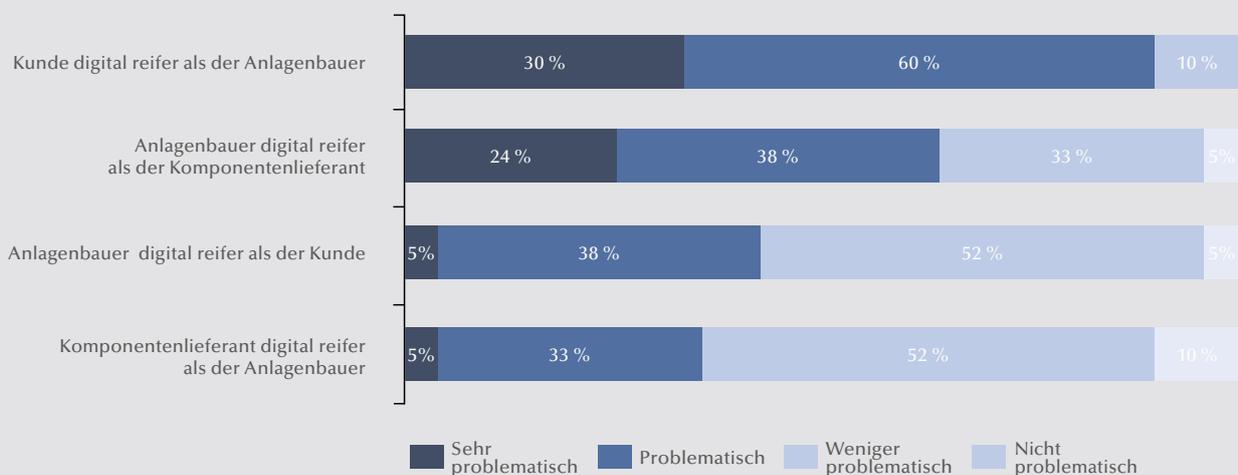


Abbildung 22

Aktuell werden vielfältige Themen im Umfeld der Digitalisierung bei den Unternehmen bearbeitet. Nach den grundlegenden Digitalisierungsstrategien im Einzelnen befragt, stellt sich heraus, dass die teilnehmenden Unternehmen sich mit einigen Aspekten der Digitalisierung noch wenig beschäftigt haben und bislang vor allem auf die Optimierung der klassischen IT-Bereiche setzen.

Deshalb haben die Beherrschung komplexer Systeme und die (Daten-)Sicherheit derzeit auch die höchste Relevanz für die Studienteilnehmer (vgl. Abbildung 23). Die Fokussierung auf diese Themenfelder ist sicherlich auch der Wertschöpfungskette im Anlagenbau geschuldet. Zwischen den Anlagenbauern, Ausrüstern

und Anlagenbetreibern müssen komplexe Schnittstellen gemanagt und auch datentechnisch abgesichert werden. Einer neuen Gestaltung der Arbeitsorganisation und der Prozesse wird ebenso wenig sehr hohe Relevanz eingeräumt wie der dringend erforderlichen Aus- und Weiterbildung des Personals.

Im Rahmen des diesjährigen Engineering Summits berichteten viele Unternehmen von der Notwendigkeit, eine umfassende Digitalisierungsstrategie zu entwickeln. Unternehmen, die dieses Ziel bereits verfolgen, sind in der Erstellung und Umsetzung einer entsprechenden Strategie überwiegend sehr pragmatisch vorgegangen, haben Leuchtturmprojekte definiert und in kleinen, agilen Teams schrittweise umgesetzt.

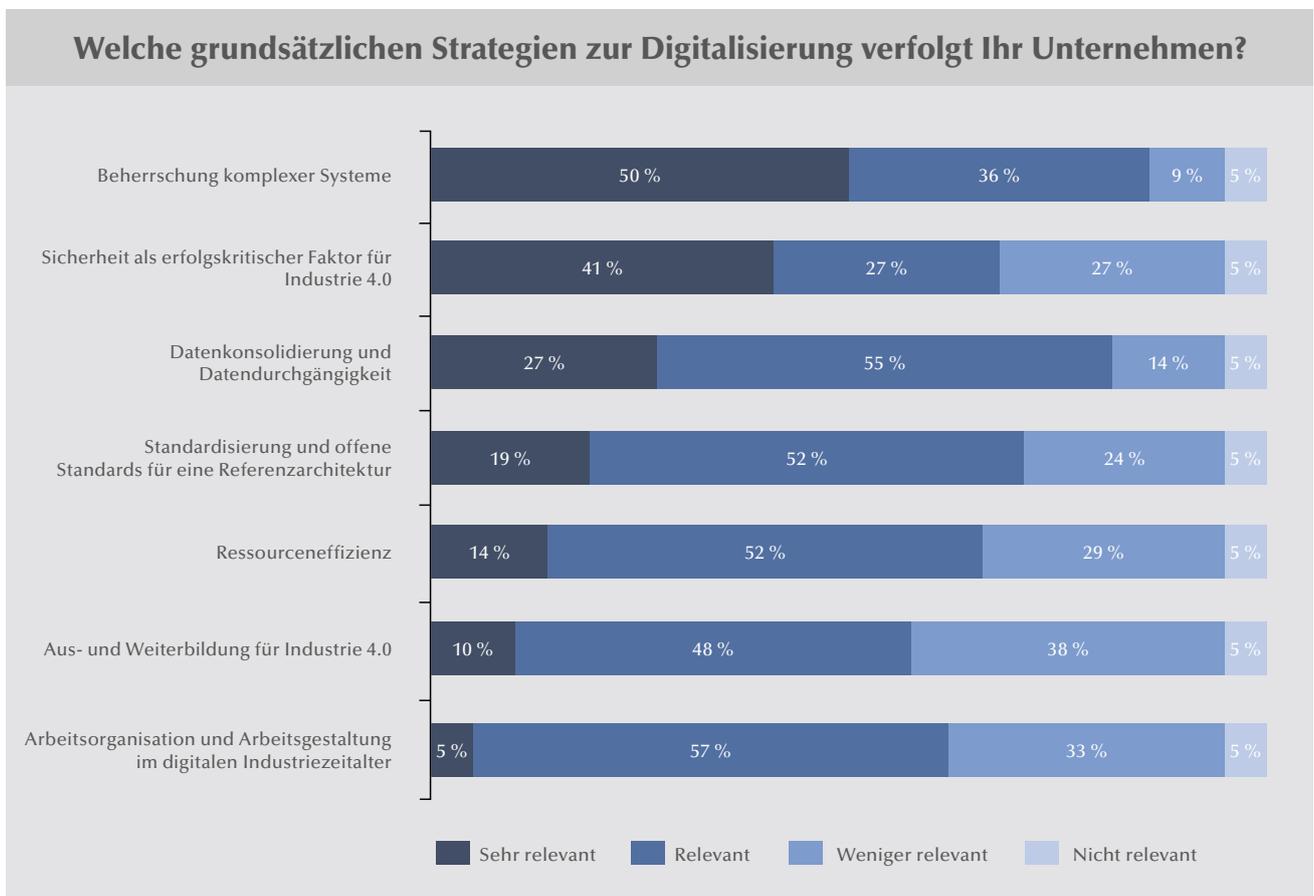


Abbildung 23

Im Zuge der Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie werden generell Veränderungen in zahlreichen bestehenden Serviceangeboten erwartet. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf Maintenance Offerings und Big Data-Analysen (vgl. Abbildung 24).

Die erfassten und ausgewerteten Daten können zum Beispiel bei der Bewertung des Anlagenzustands genutzt werden. Die Wahrscheinlichkeit und die Konsequenzen des Ausfalls einzelner Anlagenkomponenten können somit relativ leicht und vor allem frühzeitig ermittelt werden. Mit Hilfe dieser Risikobewertung kann die entsprechende Instandhaltungsstrategie (z.B. Run to failure, Optimierung, Ersatz u.a.) abgeleitet werden. Eine Optimierung der langfristigen Instandhaltungsbudgets ist somit zu erwarten.

Der 3D-Druck wird von den Befragten als Serviceangebot überwiegend als weniger relevant bewertet. Das vorrangige Geschäftsmodell der meisten Anlagenbauer liegt nicht in der Maschinen- bzw. Komponentenfertigung und deshalb ist die Produktion von Ersatzteilen mit einem 3D-Drucker zumeist nicht lohnend. Die hohen Investitionen und die globalen Standorte der Anlagen sprechen ebenfalls gegen eine entsprechende Investition. Die Einschätzung einiger Anlagenausrüster fällt allerdings anders aus. Für sie stellen 3D-Drucker in einem globalen Netzwerk eine gute Möglichkeit dar, um Ersatzteilbedarfe kurzfristig bedienen zu können.

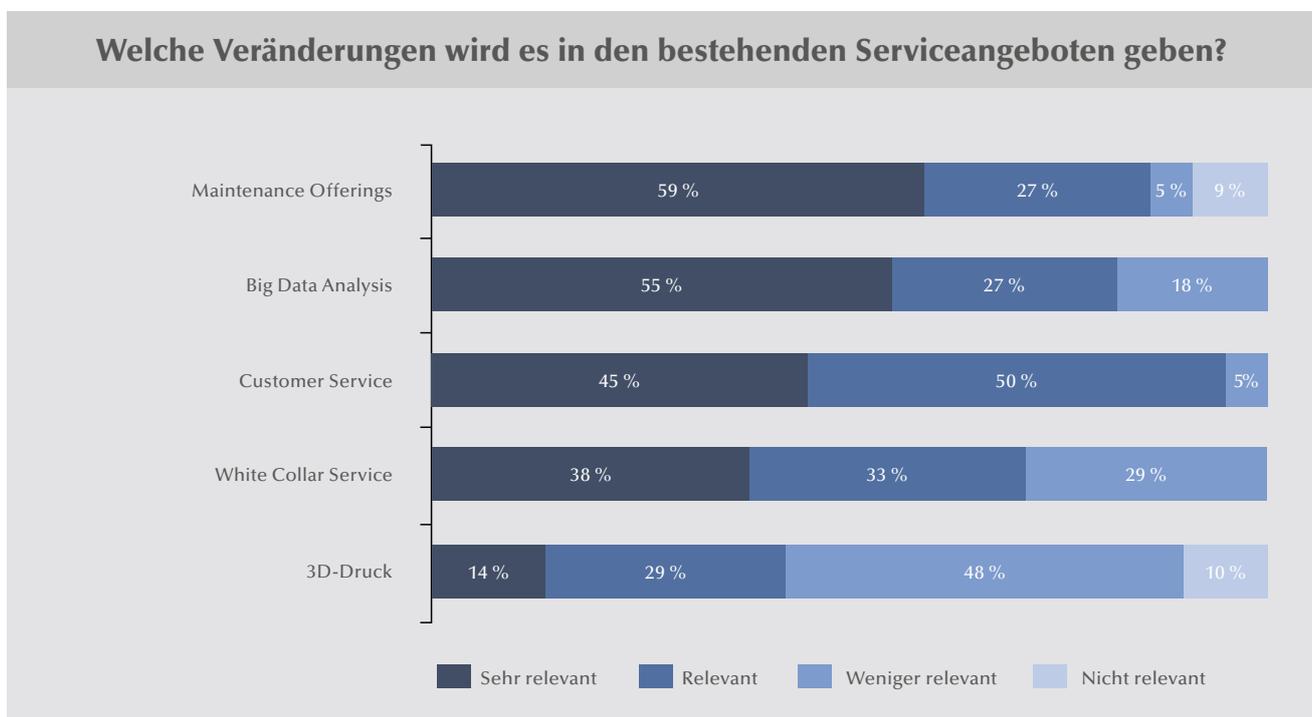


Abbildung 24



Die Analyse großer Datenmengen ist eine wesentliche Methode, um die Digitalisierung im Anlagenbau voranzutreiben (vgl. Abbildung 25). Big Data ist somit vielleicht als die wichtigste Kompetenz und das entscheidende Handlungsfeld im Rahmen von Industrie 4.0 anzusehen. Da die dafür notwendigen Kompetenzen bei den Unternehmen noch nicht überall in ausreichendem Maß vorhanden sind, erscheinen Kooperationen mit spezialisierten Dienstleistern sinnvoll zu sein. Der Anlagenbau erhält dadurch dringend benötigtes, externes Know-how.

Daher spielen auch Kooperationen zwischen etablierten Großanlagenbauern und aufstrebenden Start-ups eine zunehmend wichtige Rolle. Die Gleichung ist hierbei denkbar einfach: Aus Alt und Neu wird Modern. Der Anlagenbau konzentriert sich auf sein Kerngeschäft, während die junge Firma die digitale Zukunft mitgestaltet und kreative Ideen einbringt.

Welche Methoden und Vorgehensweisen gibt es, um die Digitalisierung im Anlagenbau erfolgreich voranzutreiben?

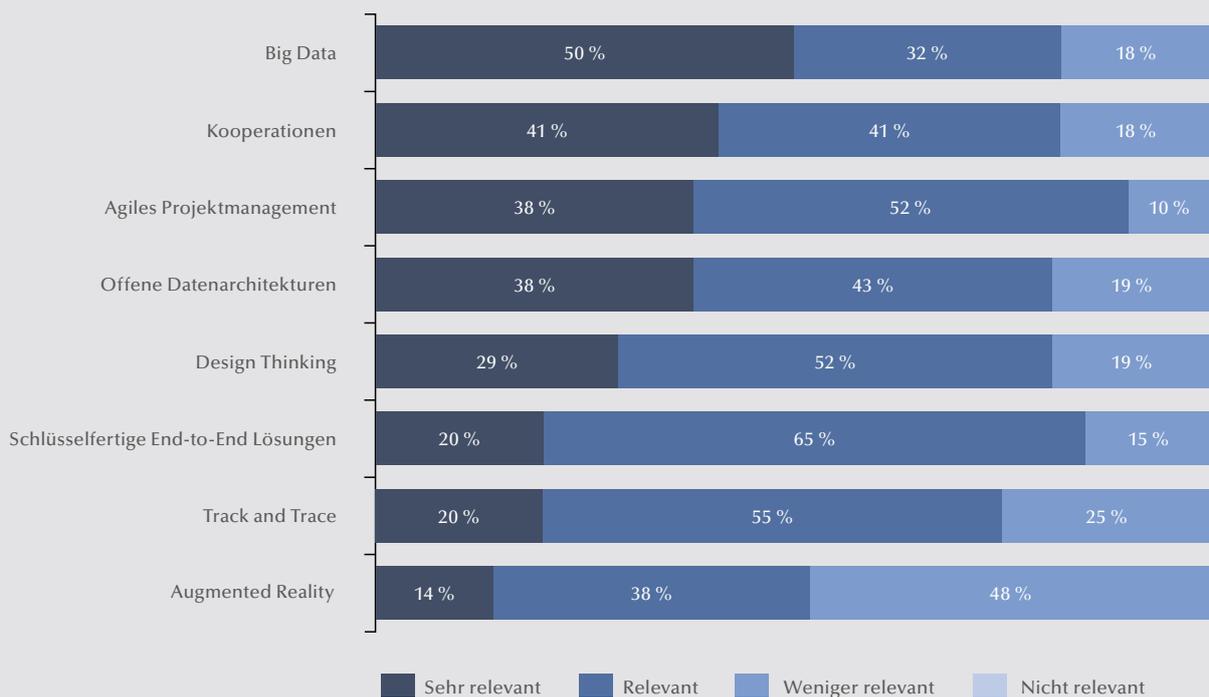


Abbildung 25

Servicestrategien: Neue Kompetenzen im Einsatz für den Kunden sind gefragt und erfordern Zusammenarbeit

Die Erwartungen, mit Industrie 4.0 das Serviceangebot zu vergrößern und die Durchführung von Services im Anlagenbau zu verbessern, sind umfassend. Die höchste Relevanz (47 Prozent) wird dabei der Verringerung der Vorlaufzeiten, die z. B. durch medienbruchfreie Datenerhebung und -verarbeitung möglich wird, zugesprochen (vgl. Abbildung 26). Aber auch von der generellen Verbesserung der Kundenzufriedenheit (45 Prozent) und der Flexibilisierung der Geschäfts- und Fertigungsprozesse (37 Prozent) wird sehr hohes Potenzial erwartet. Eine direkte Verbesserung der Kostenposition wird von der Mehrheit der Studienteilnehmer zwar nicht als sehr relevant, immerhin aber als relevant eingestuft. Da durch Industrie 4.0-Aktivitäten im Service nicht alle Kosten eines Unternehmens optimiert werden können, verwundert diese Einschätzung nicht.

Im Investitionsgütergeschäft gibt es bereits Beispiele, die die erfolgreiche Nutzung einer durchgängig digitalen Servicestrategie zeigen. So statten immer mehr Investitionsgüterhersteller Teile ihres Servicepersonals mit Augmented Reality-Brillen aus. Damit verfügen die Mitarbeiter bei Kundeneinsätzen über eine Vielzahl technischer Optionen. Sie können mit der Servicezentrale Kontakt aufnehmen und alle erforderlichen Informationen durch eine Kamera bereitstellen. Parallel dazu kann die Servicezentrale dem Mitarbeiter alle notwendigen Informationen über die Brille liefern. Durch solch eine schnelle und effiziente Abwicklung sollte sich die Kundenzufriedenheit nach Einschätzung der Studienteilnehmer langfristig deutlich erhöhen lassen.

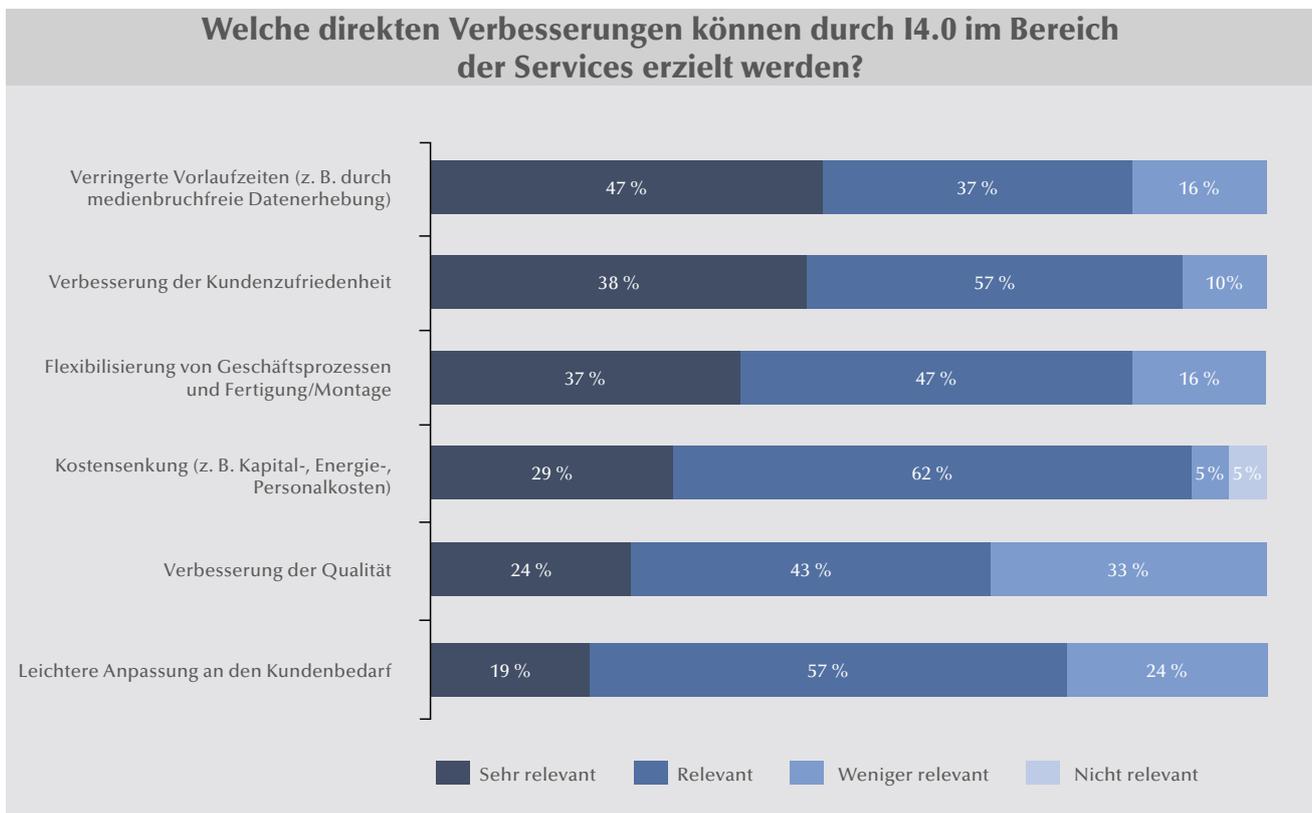


Abbildung 26

Auch die Antworten auf die Frage nach neuen Geschäftsmodellen im Servicebereich zeigen das hohe Interesse an der Weiterentwicklung dieses Geschäftsfelds (vgl. Abbildung 27). Im Service ergeben sich durch die Digitalisierung vielfältige Möglichkeiten für die Umsetzung neuer Geschäftsmodelle im Anlagenbau. Die drei am häufigsten genannten Antworten sind dabei im Zusammenhang zu sehen. Mit der Datenanalyse (Big Data) können Anlagenbauer neue Instandhaltungskonzepte entwickeln und gleichzeitig in das Beratungsgeschäft einsteigen. Es zeigt sich einmal mehr, dass die Nutzung und Verwertung der Daten als wesentliche Schlüsselemente im Rahmen der Digitalisierung zu sehen sind.

Die Turbinenhersteller der Luftfahrtindustrie haben dieses Konzept in den letzten Jahren zu einem erfolgreichen Geschäftsmodell weiterentwickelt. Im Flugbetrieb werden kontinuierlich Daten erfasst und online ausgewertet. Die sich aus dieser Analyse ergebenden Potenziale für den Flugbetrieb werden mit den Airlines diskutiert und als Service angeboten. Inzwischen werden deswegen keine Turbinen mehr verkauft, vielmehr werden die geleisteten Flugstunden den Fluggesellschaften im Rahmen von Pay per Use-Modellen in Rechnung gestellt. Somit hat der Turbinenhersteller ein starkes Interesse an einer Erfassung und Analyse relevanter Daten.

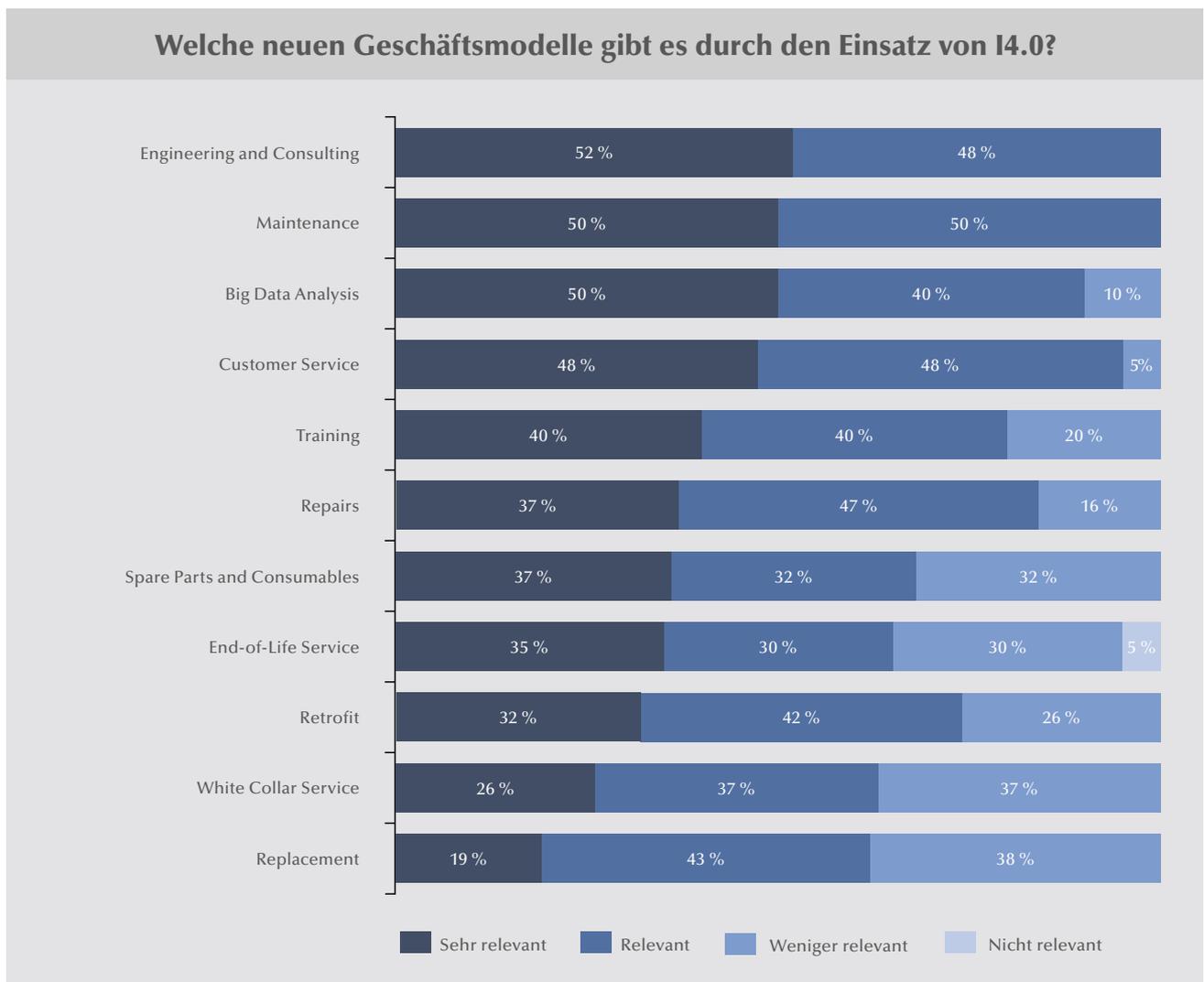


Abbildung 27

Die Nachfrage nach höherwertigen und komplexeren Serviceangeboten, die mit einer zusätzlichen Wertschöpfung für den Kunden verbunden sind, wird im Zuge einer fortgesetzten Digitalisierung aus Sicht der Teilnehmer steigen. Sogenannte Basic Services verlieren hingegen an Relevanz (vgl. Abbildung 28). Die neuen Serviceangebote sollten – so die Erwartung der Studienteilnehmer – mit steigenden Margen einhergehen. Da der Anlagenbau derzeit unter einem starken wirtschaftlichen Druck steht, erhoffen sich die Unternehmen durch die veränderten Angebote auch eine Verbesserung ihrer wirtschaftlichen Situation.

Diese Nachfrage wird höchstwahrscheinlich spürbare Auswirkungen auf den Personalbedarf und auf die benötigten Fähigkeiten und Qualifikationen der Mitarbeiter haben. Personal für die höherwertigen Serviceangebote muss gefunden und qualifiziert werden.



Welche Service-Kategorien werden durch Industrie 4.0 zukünftig vermehrt angefragt werden?

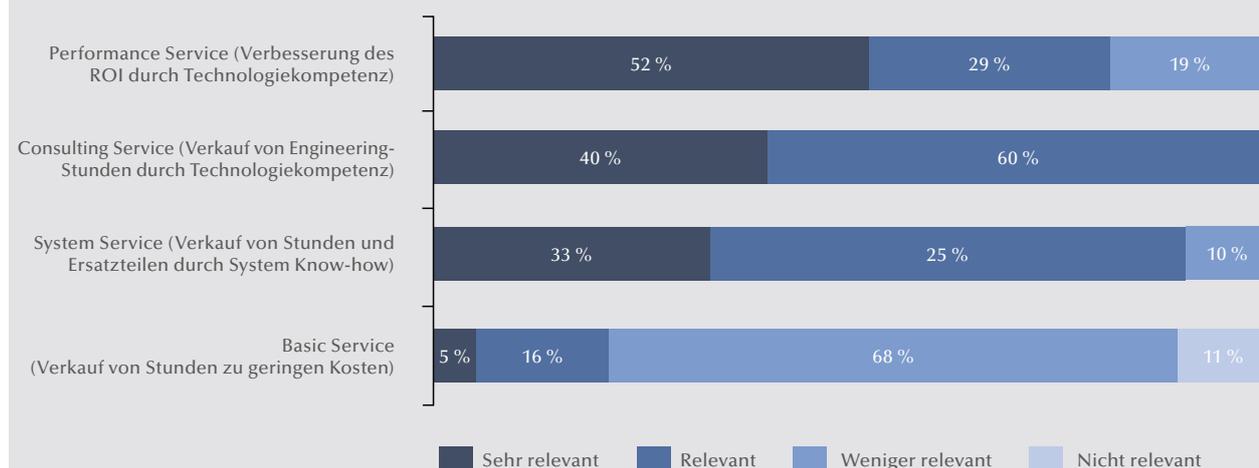


Abbildung 28

Auch die Prozesse in den Unternehmen müssen im Zuge der Digitalisierung angepasst werden, und zwar nicht nur im Service und im Engineering sondern in (fast) allen Unternehmensbereichen. So wird die Durchführung von Änderungen in Marketing und Vertrieb von 95 Prozent der Befragten als sehr relevant oder relevant beurteilt (vgl. Abbildung 29). Hinter diesen Antworten steht die Erkenntnis, dass das durch eine konsequente Digitalisierung entstehende Potenzial den Kunden erklärt und näher gebracht werden muss. Einem höheren

Investitionsvolumen, bedingt etwa durch den Einsatz zusätzlicher Sensorik und Analysewerkzeuge, stehen Verbesserungen im Anlagenbetrieb und somit geringere Betriebskosten gegenüber. Aufgabe des Vertriebs ist es, diesen Vorteil in Kundengesprächen zu erläutern. Marketing und Vertrieb als direkte Ansprechpartner des Kunden sollten deswegen auch Produkt- und Marktanforderungen, die sich durch die Digitalisierung ergeben, frühzeitig in die eigene Organisation tragen.

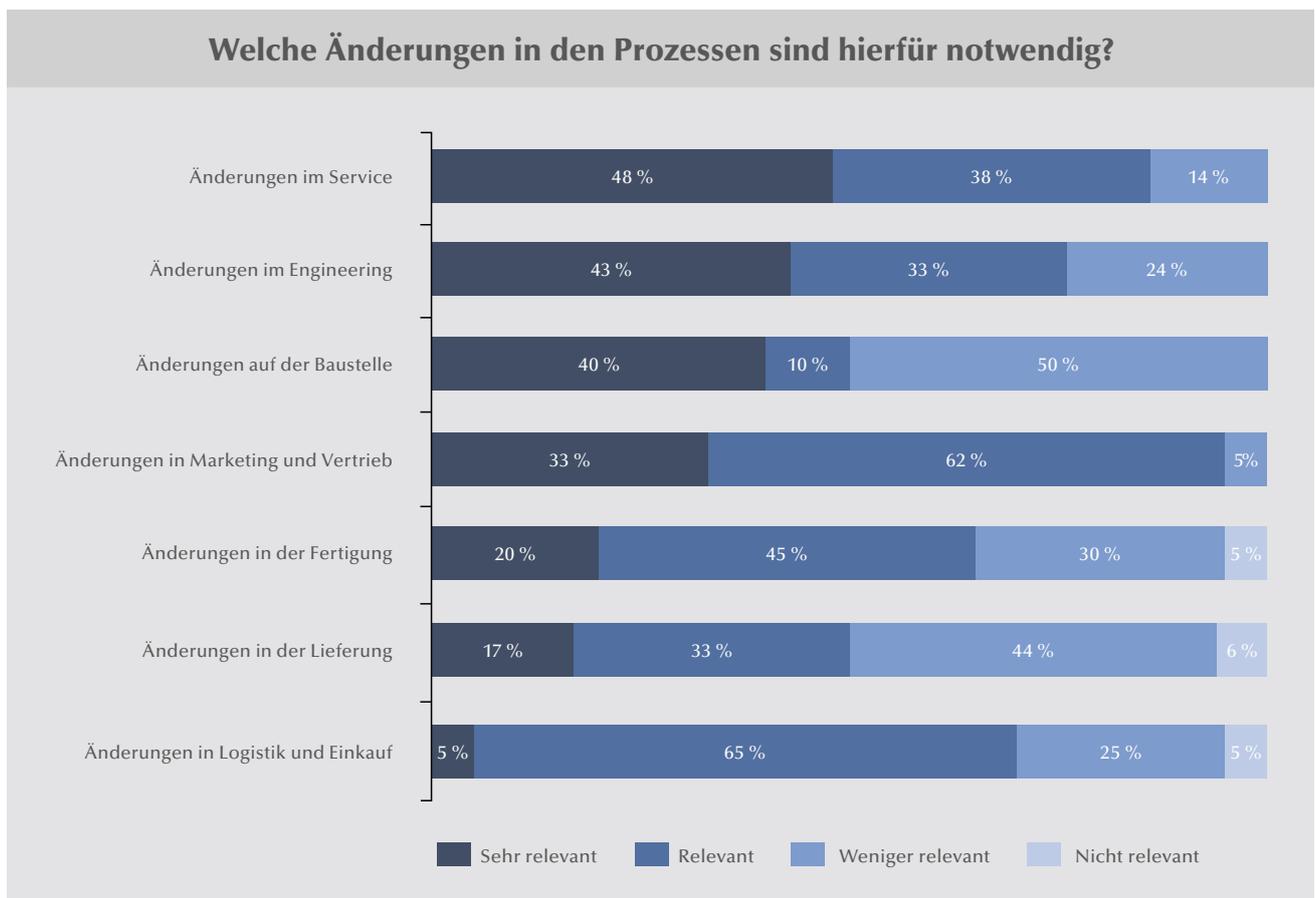


Abbildung 29

Dass sich auch die Strukturen ändern müssen, folgt der Logik der Veränderung in den industriellen Prozessen. Allerdings wird der strukturelle Änderungsbedarf durchweg als weniger relevant eingeschätzt als bei

den Prozessen (vgl. Abbildung 30). Der Anlagenbau erscheint aus Sicht der Studienteilnehmer den Anforderungen der Digitalisierung auf diesem Feld offenbar bereits gut gewachsen zu sein.

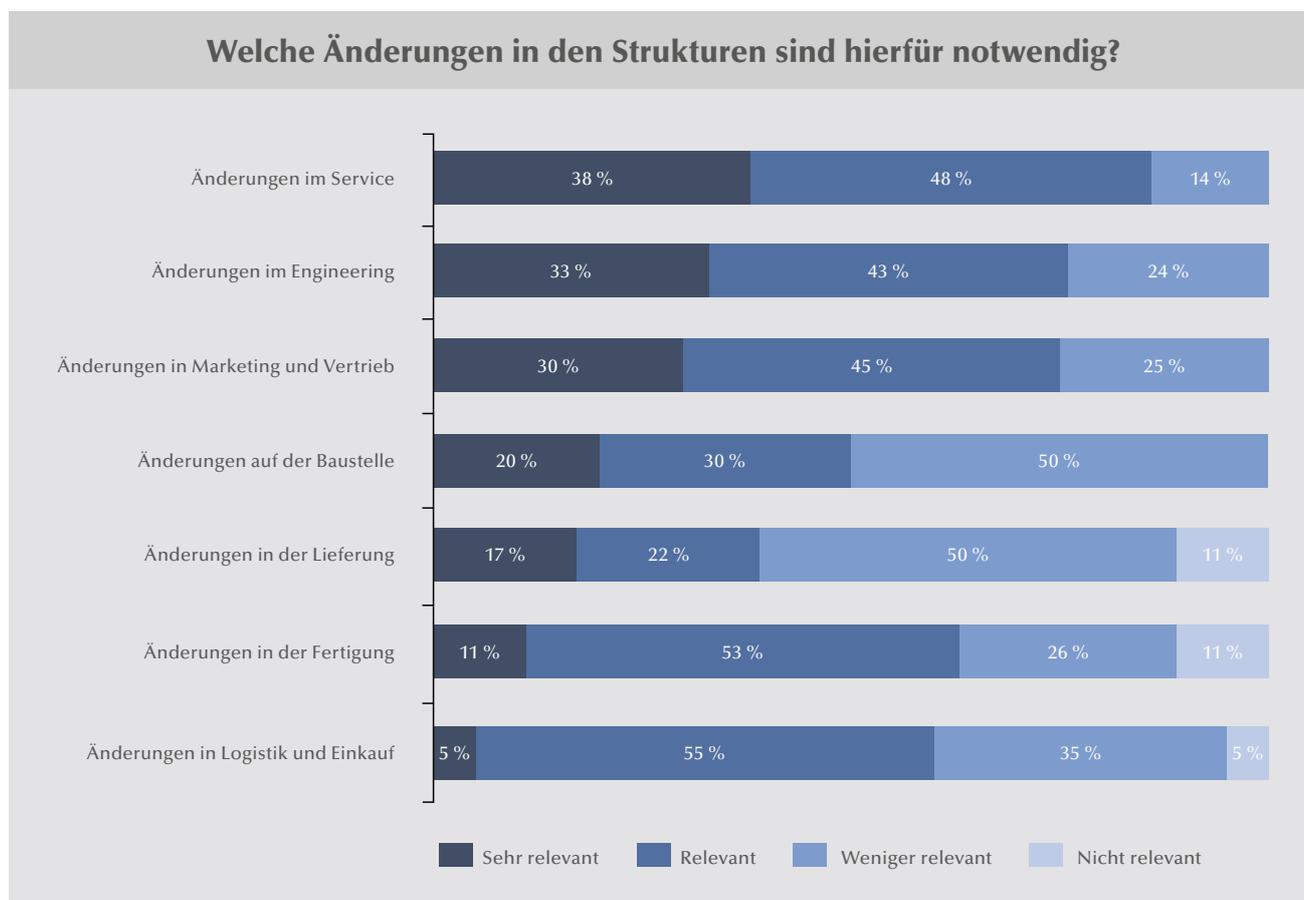


Abbildung 30



Vielfältige Voraussetzungen sind für eine erfolgreiche Umsetzung der Servicestrategien notwendig. Von den Befragten werden hierbei insbesondere die Mitarbeiterqualifikation und die IT-Strukturen genannt.

Direkten Handlungsbedarf kann man aus Abbildung 31 jedoch nicht ableiten. Die Unternehmen sollten aber alle genannten Themen stets im Blick haben, um bei Bedarf rasch reagieren zu können.

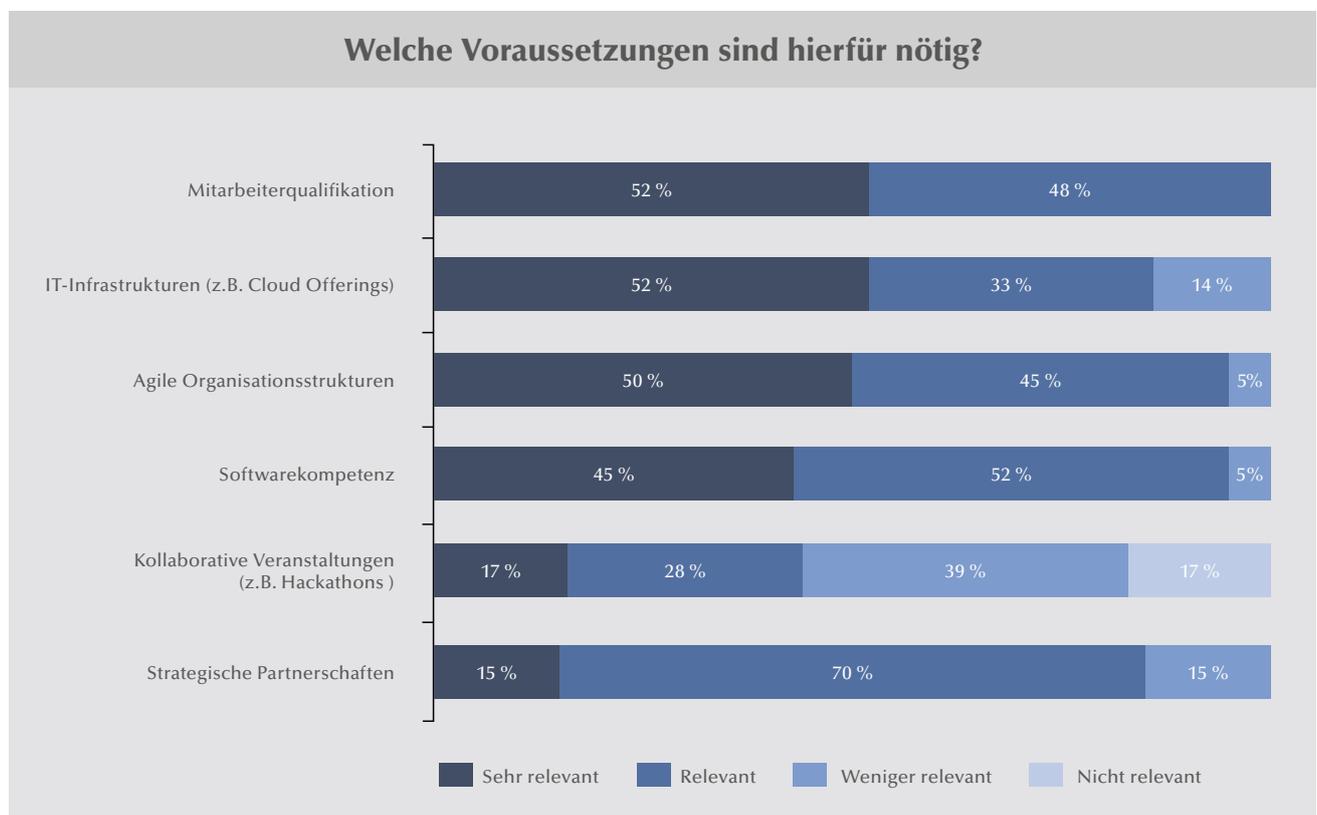


Abbildung 31

Den Teilnehmern der Studie ist bewusst, dass sie die Möglichkeiten, die Industrie 4.0 dem Anlagenbau eröffnet, nur nutzen können, wenn ihre Unternehmen gut auf die neuen Entwicklungen vorbereitet sind und sie die erforderlichen Änderungen in Prozessen und Strukturen vornehmen. Für den Weg dorthin scheint es unterschiedliche Ansätze zu geben, was letztlich den verschiedenen Branchenzugehörigkeiten und Geschäftsmodellen geschuldet ist.

Perspektiven für bestehende und neue Geschäftsmodelle

Die befragten Unternehmen verbinden mit dem Einsatz intelligenter Anlagen zahlreiche Verbesserungen, die sie überwiegend für sehr relevant oder relevant halten. Mindestens drei Viertel der teilnehmenden Unternehmen erkennen Relevanz bei verringerten Vorlaufzeiten, einer Verbesserung der Kundenzufriedenheit und der Flexibilisierung von Geschäftsprozessen (vgl. Abbildung 32). Diese Werte sind im Kontext von Verbesserungen im Anlagenservice (vgl. Abbildung 26) zu sehen und beziehen sich auf die gleiche Stoßrichtung.

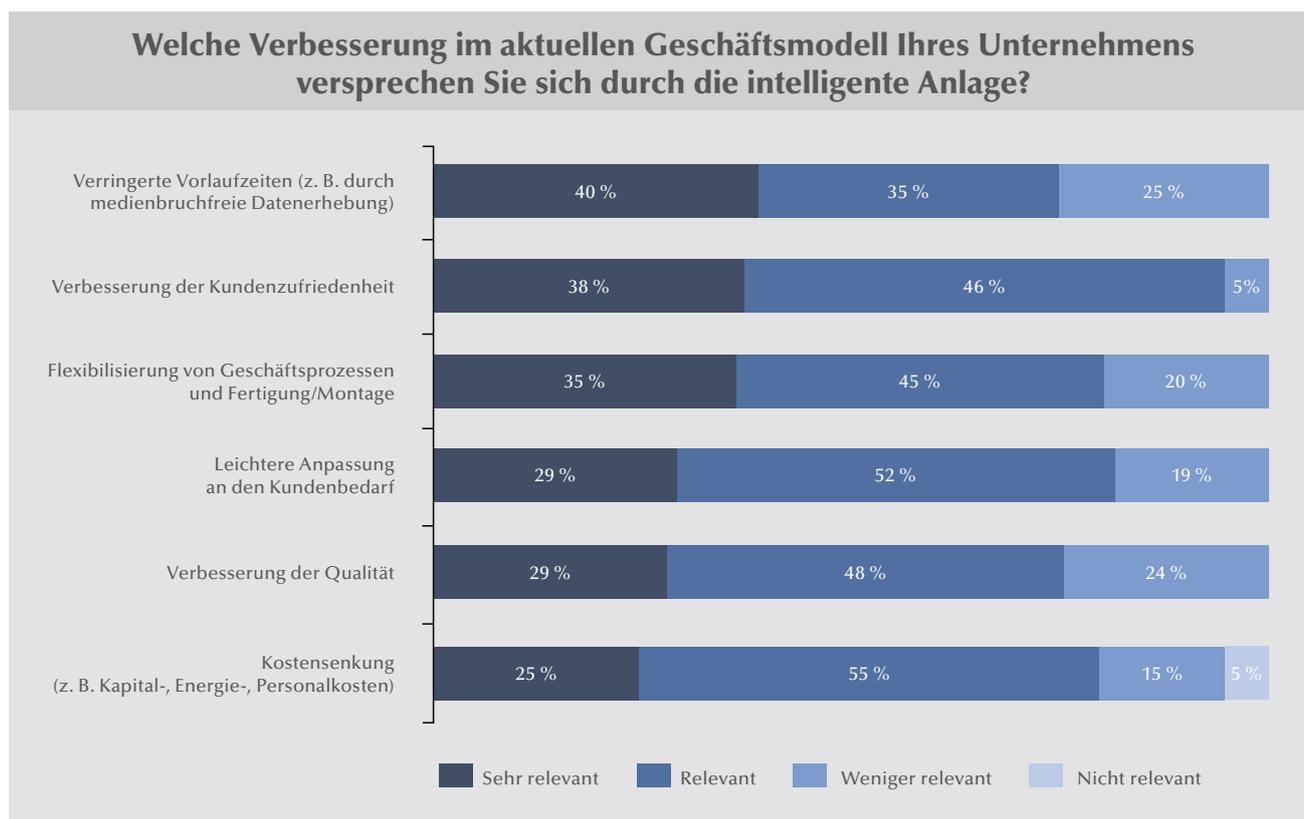


Abbildung 32

Die Mehrheit der Befragten erwartet bis 2021 einen positiven Einfluss der Digitalisierung auf bestehende Geschäftsmodelle, sowohl in Bezug auf den Gewinn als auch den Umsatz (vgl. Abbildung 33). Immerhin 14 Prozent der Befragten erwarten im bestehenden

Modell einen Gewinnzuwachs von mehr als 10 Prozent bis 2021. Dieser beachtliche Wert verdeutlicht das mit der Digitalisierung verbundene große Potenzial für weiteres Wachstum im Industrieanlagenbau.

Welche Zunahme (Basis 2016) von Umsatz und Gewinn erwarten Sie durch die Digitalisierung im bestehenden Geschäftsmodell in den kommenden fünf Jahren?

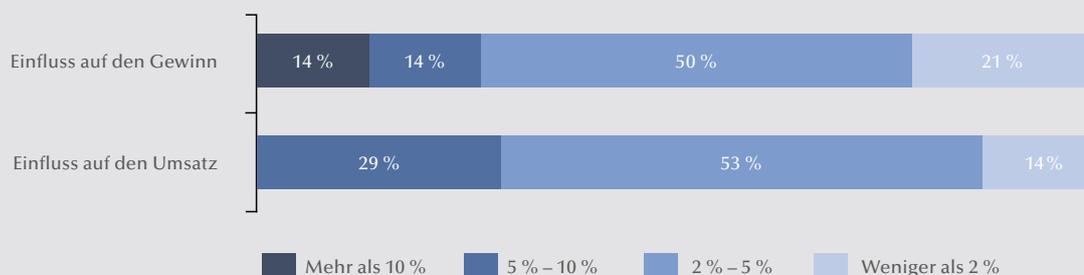


Abbildung 33





Allerdings konnte das Potenzial neuer Geschäftsmodelle in Bezug auf Umsatz und Gewinn bislang erst in geringem Maß realisiert werden. Die größten Erfolge wurden bei der Flexibilisierung von Geschäftsprozessen sowie bei der Fertigung und Montage erreicht. Die langen Projektlaufzeiten von mehreren Monaten

bis hin zu Jahren im Großanlagenbau sind der wahrscheinliche Grund für die bisher noch ausbleibenden Steigerungen (vgl. Abbildung 34). Das komplette Umsatzpotenzial stellt sich erfahrungsgemäß erst nach mehreren Jahren ein.

Welche Zunahme (Basis 2016) von Umsatz und Gewinn konnte durch neue digitale Geschäftsmodelle in den vergangenen fünf Jahren realisiert werden?

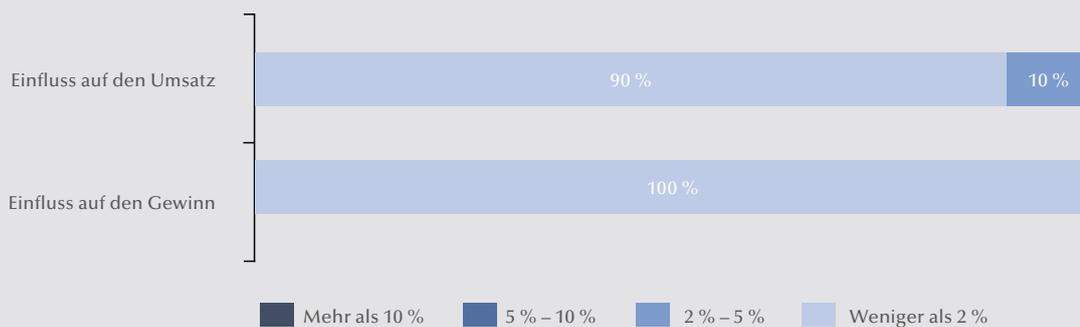


Abbildung 34

Vor allem Dienstleister und Anlagenausrüster sehen sehr gute Chancen auf neue digitale Geschäftsmodelle. Der Anlagenbau ist etwas zurückhaltender in seinen Einschätzungen (vgl. Abbildung 35). Aber auch hier sind 80 Prozent der Befragten von zumindest guten Chancen für neue digitale Geschäftsmodelle überzeugt. Erstaunlicherweise werden die Chancen durch eine zunehmende Digitalisierung bei den Dienstleistern und Ausrüstern am höchsten gesehen, obwohl die Digital Readiness hier am schwächsten ausgeprägt ist (vgl. Abbildung 10). Diese Diskrepanz liefert Indizien für die Notwendigkeit von Veränderungen in diesen Segmenten.

Dass die Anlagenbauer ihre eigenen Chancen geringer als die der Ausrüster und Betreiber einschätzen, mag an deren realistischer Bewertung bezüglich der Möglichkeiten zur Beherrschung komplexer Systeme liegen. Anlagen sind sehr komplexe Produkte; Digitalisierungslösungen sind hier schwerer zu entwickeln und zu implementieren als etwa bei reinen Dienstleistungen und spezifischen Ausrüstungen. Solche Lösungen benötigen mehr Zeit. Die datentechnische Integration einer Anlage und die Beherrschung von Schnittstellen sind dabei zeitbestimmende Faktoren.



Wie schätzen Sie die Chance auf neue digitale Geschäftsmodelle ein?

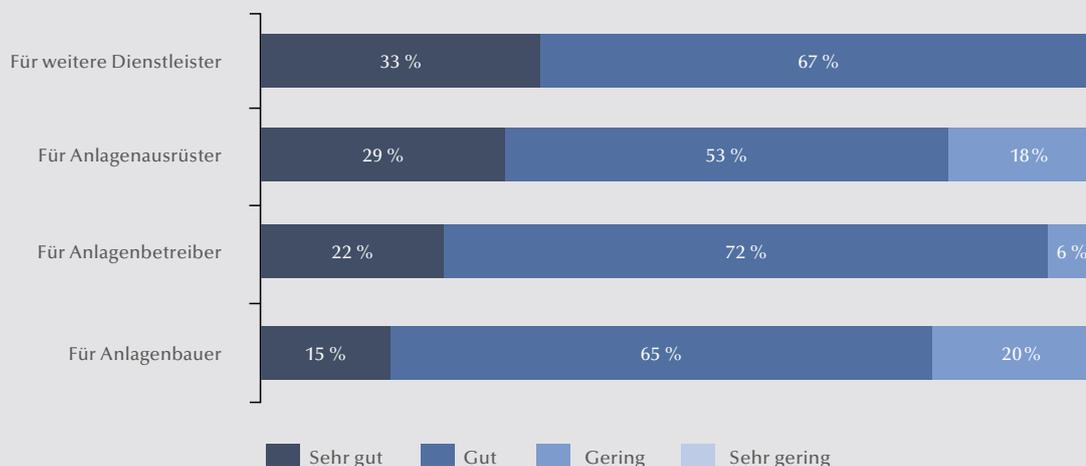


Abbildung 35

Neue Geschäftsmodelle werden nach Einschätzung der Befragten vor allem in neuen, bereits mit digitalen Eigenschaften ausgestatteten Anlagen funktionieren (vgl. Abbildung 36).

Auch für digital nachgerüstete Anlagen sind neue Geschäftsmodelle zumindest relevant. Auf bestehenden

Anlagen – die das Gros des Marktes ausmachen – werden neue Geschäftsmodelle nach Einschätzung der Studienteilnehmer hingegen weniger gut funktionieren. Um dieses Potenzial zu nutzen, sind umfassende Nachrüstungen von Komponenten und Automatisierungstechnik notwendig.

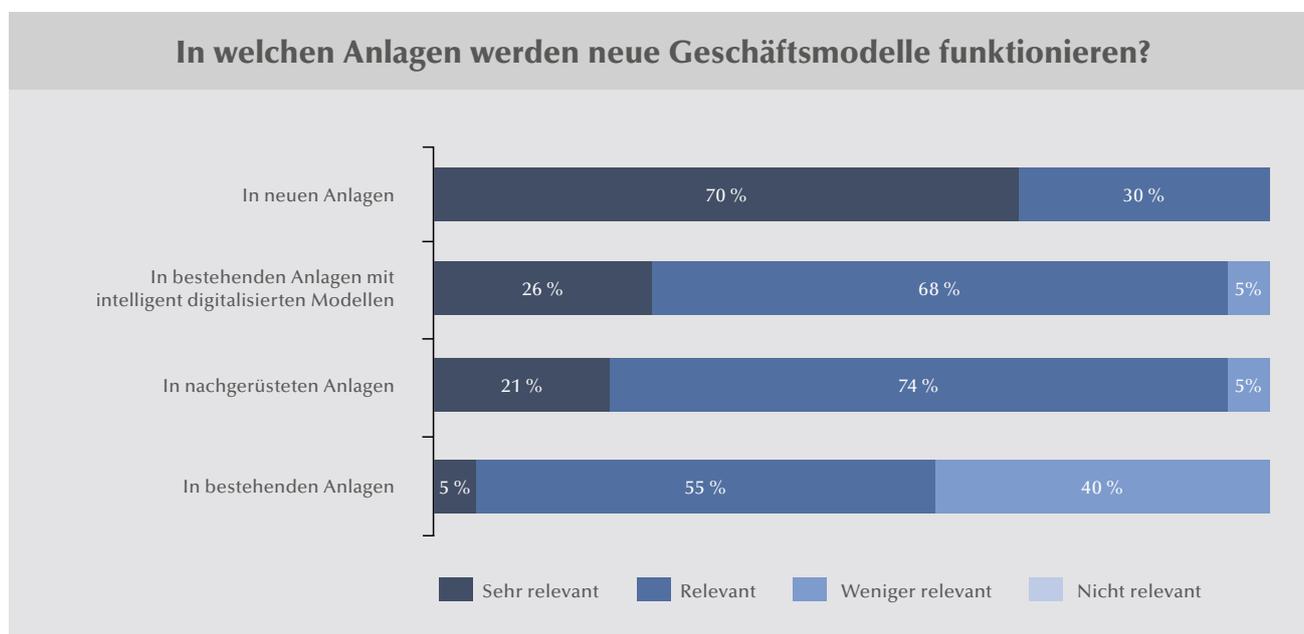


Abbildung 36

Nicht nur die Organisation der Unternehmen und die klassischen EPC-Prozessschritte werden sich der Digitalisierung anpassen müssen. Die Entwicklung neuer, digitaler Geschäftsmodelle wird auch eine Implikation auf die Nutzungsmodelle und die Preisgestaltung im Anlagenbau haben. So könnten Nutzungsmodelle wie das Pay per Use zukünftig vermehrt nachgefragt werden.

Aus den Anforderungen dieser neuen Geschäftsmodelle ergeben sich spezifische Herausforderungen für den Anlagenbau (vgl. Abbildung 37). 63 Prozent der Studienteilnehmer ordnen hierbei der Anlagenverfügbarkeit die höchste Relevanz zu. Diese Einschätzung erscheint folgerichtig: Für bedarfsorientierte Nutzungsmodelle ist die Anlagenverfügbarkeit letztendlich entscheidend.

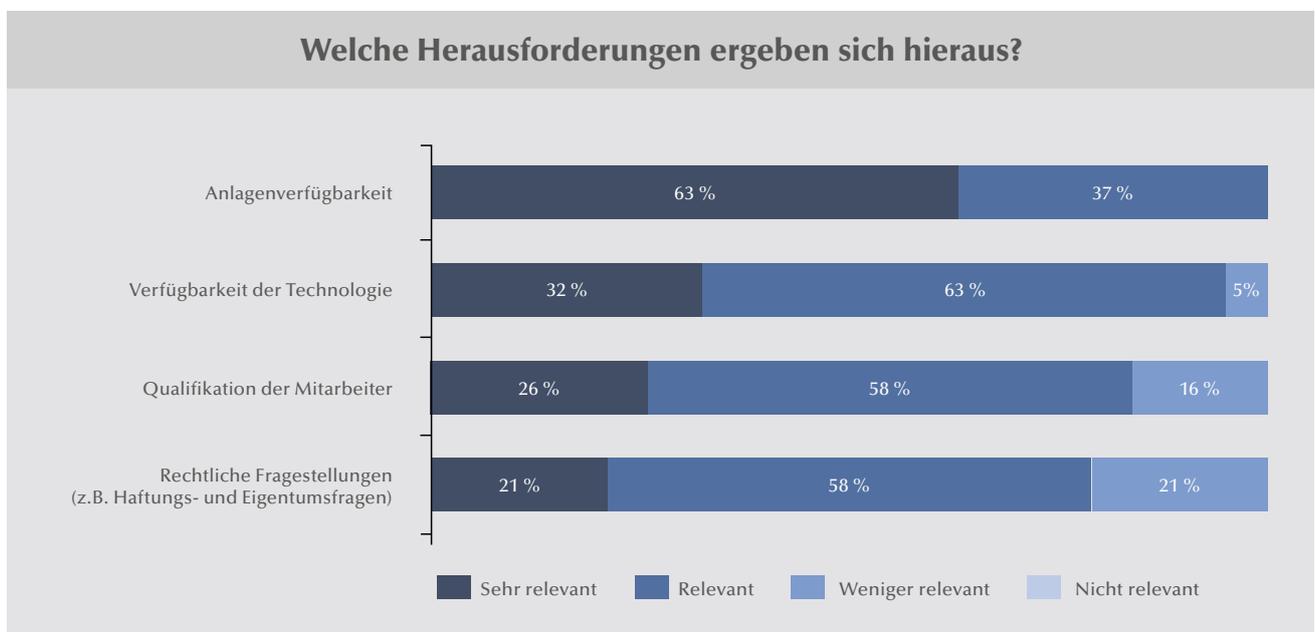


Abbildung 37

Die Verbindung zwischen den Kompetenzen zur Datenanalyse und den neuen Marktangeboten wird von den Befragten deutlich gesehen. Die Fähigkeiten, Daten zu sammeln, aufzubereiten und zu analysieren sind eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige Instandhaltung sowie für ein wirksames und bedarfsorientiertes Nutzungsmodell und bilden gleichzeitig die Basis für digitale Services.

Relevante Daten müssen aber auch standardisiert und strukturiert sein, damit das vollständige Potenzial genutzt werden kann.

63 Prozent der Befragten schreiben der Analyse von Daten sehr hohe Relevanz zu, 65 Prozent der integrierten Nutzung von Daten. Die Integration von Wertschöpfungsketten ist ebenfalls ein wichtiger Baustein neuer Geschäftsmodelle, allerdings ordnen nur 21 Prozent der Studienteilnehmer diesem Parameter eine sehr hohe Relevanz zu (vgl. Abbildung 38).



Welche Komponenten muss ein solches Marktangebot beinhalten?

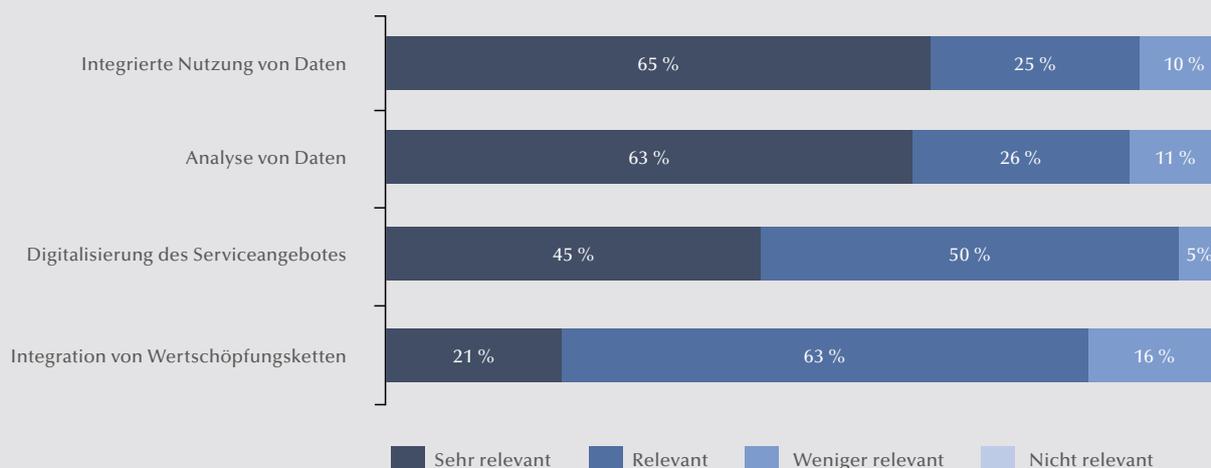


Abbildung 38

Die Umfrageergebnisse haben deutlich gemacht, dass der Großanlagenbau sich mittlerweile spürbar besser auf die Digitalisierung vorbereitet sieht als noch 2015. Allerdings ist der digitale Reifegrad der Unternehmen – die sogenannte Digital Readiness – nach wie vor ausbaufähig (vgl. Abbildung 10). Es erscheint daher sinnvoll, dass die Branche sich darum bemüht, externes Wissens für ihre Ziele zu nutzen. Dabei gibt es vielfältige Kooperationsmodelle, die vom Anlagenbau als relevant bewertet werden: Netzwerke, Partnerschaften und der Zukauf von Kompetenzen werden von 30 bis 40 Prozent der Teilnehmer als sehr relevant angesehen.

Bei Beteiligungsmodellen ist man vorsichtiger. Nur 17 Prozent der Unternehmen sehen hier eine sehr hohe Relevanz (vgl. Abbildung 39). Bei den Zielen solcher Kooperations- und Partnerschaftsmodelle spielt nicht nur die Einbindung und Nutzbarmachung externen Wissens eine wichtige Rolle, sondern auch die Möglichkeit zur Risikominimierung. Darüber hinaus erhofft sich der Anlagenbau schneller auf sich bietende Marktchancen reagieren zu können. Erste Erfolge eines solchen offenen Organisationsansatzes bestärken die Branche, auf dem richtigen Weg zu sein.

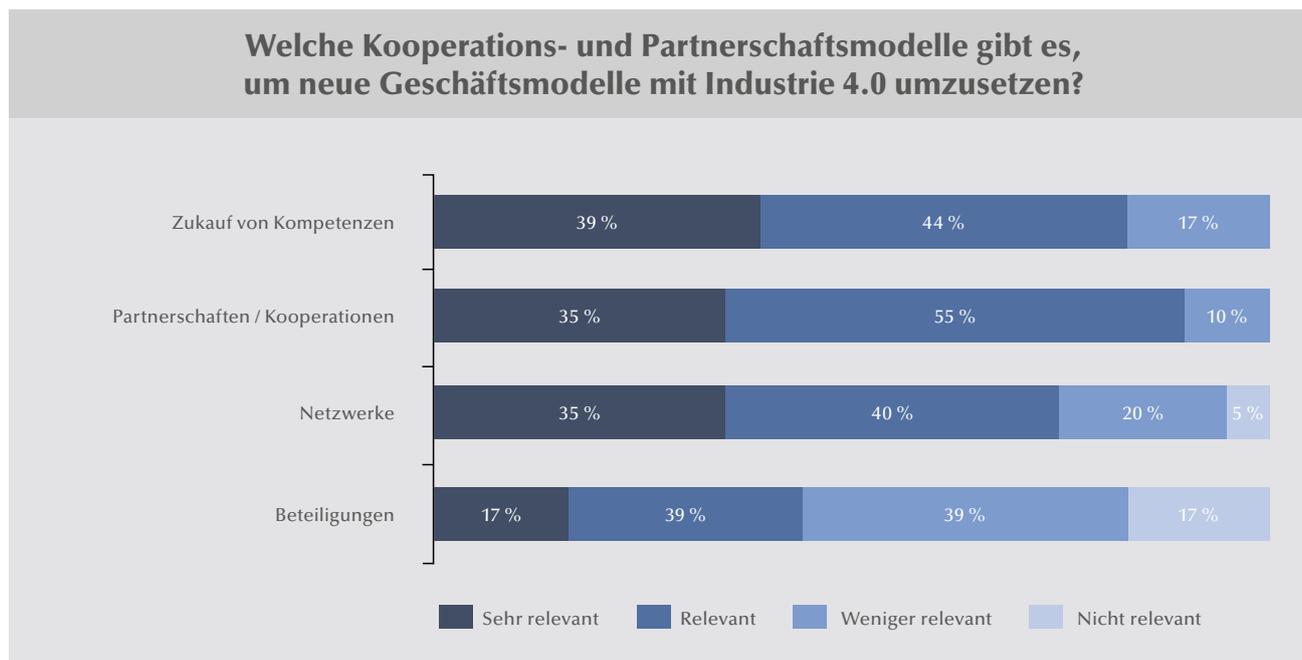


Abbildung 39



Auch im Kontext der Digitalisierung sind neben den klassischen die neuen Anlagenbaunationen aus Asien als wesentliche Wettbewerber anzusehen (vgl. Abbildung 40). Die Wettbewerber der deutschen Anbieter kommen in erster Linie aus Westeuropa (37 Prozent sehr relevant), doch auch aus den USA, Japan, China und Südkorea (zwischen 26 und 32 Prozent) ist Marktdruck zu verspüren. Die Einschätzung der Wettbewerbssituation im Bereich der Digitalisierung deckt sich somit mit den generellen Trends der Langzeitstudie, die das Umfeld im klassischen Großanlagenbaugeschäft beschreiben (siehe Kapitel 4, Abbildung 4). Auch hier werden die Marktbegleiter aus China und Südkorea als relevante Spieler wahrgenommen.

Welche Länder werden als größte Wettbewerber im Kontext der Digitalisierung gesehen?

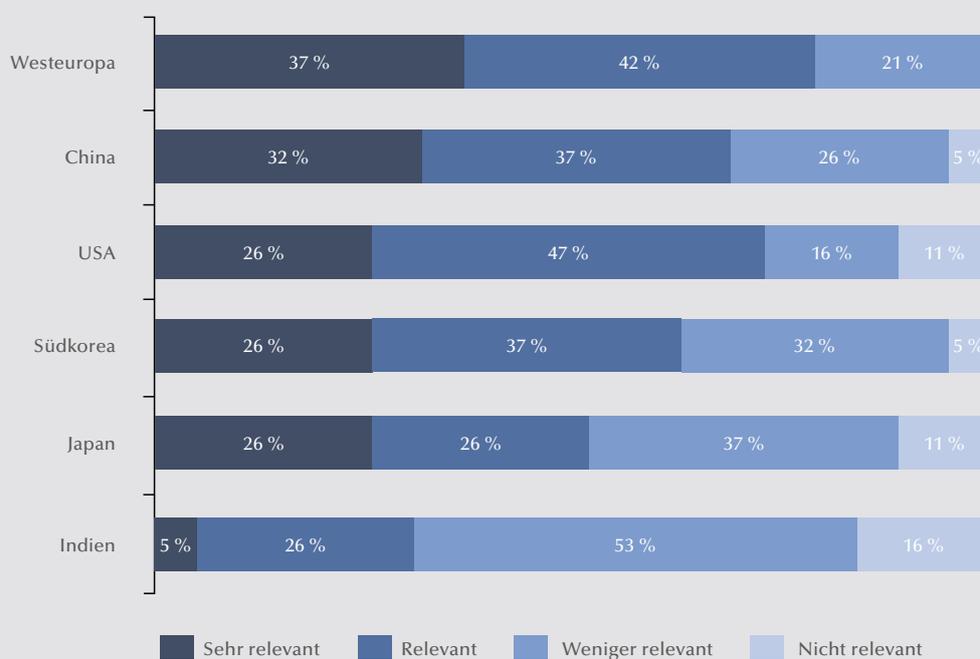


Abbildung 40

7 Was kann der Anlagenbau von anderen Branchen lernen?

Mit der technologischen Entwicklung der Digitalisierung sind in den letzten Jahren viele neue Unternehmen entstanden und gewachsen. Geschäftsmodelle und Services, die man vor Jahren nicht kannte, bestimmen heute unser berufliches und auch unser privates Leben.

Als Vorbilder im Bereich Industrie 4.0 sehen die Unternehmen des Anlagenbaus vor allem die Telekommunikation und die Automobilindustrie, in denen aus Sicht der Studienteilnehmer Aspekte von Industrie 4.0 bereits in sehr ausgereifter Form realisiert worden sind.

Dass der Anlagenbau die Bauindustrie mit ihren Konzepten zu BIM (Building Information Modeling) nicht als Vorbild ansieht, verwundert auf den ersten Blick und sollte noch weiter untersucht werden (vgl. Abbildung 41). Ein Grund für diese Einschätzung könnte in der schwachen Produktivitätsentwicklung der Bauindustrie liegen: Zwischen 2000 und 2011 verbesserte sich die Produktivität der Bauindustrie nur um 4,1 Prozent – die gesamte deutsche Wirtschaft lag im gleichen Zeitraum bei 11 Prozent Produktivitätssteigerung.

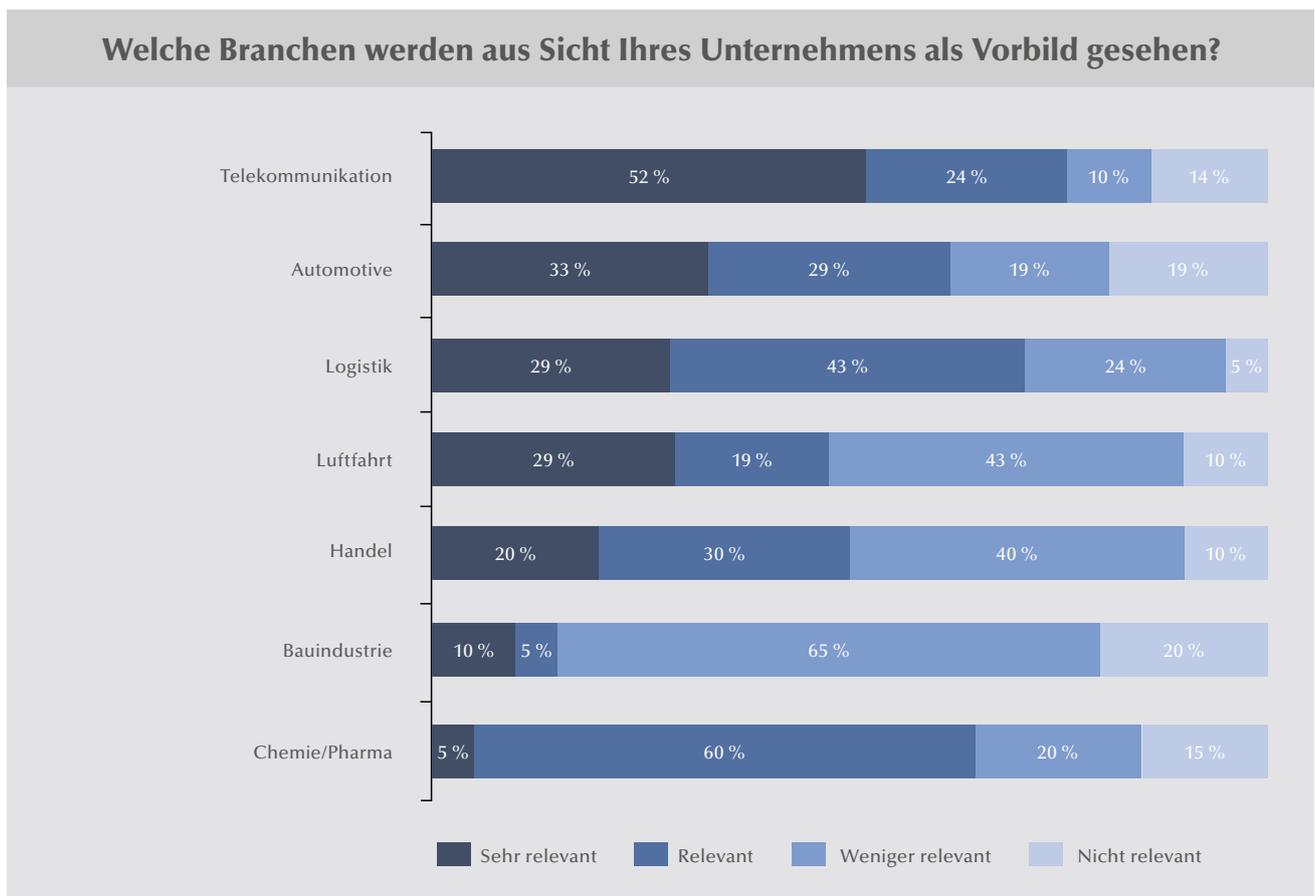


Abbildung 41

Ein vielversprechender Ansatz im Zusammenspiel zwischen Telekommunikation und Logistik ist zum Beispiel in einem integrierten Material- und Baustellenmanagement zu sehen. Eine cloudbasierte Lösung mit adaptierten Schnittstellen kann den Track and Trace-Prozess wichtiger, mit GPS-Ortungsgeräten versehener Komponenten sicherstellen. Dies geschieht sowohl global als auch auf der Baustelle im WLAN-Netz. Der digitale Materialfluss ist dabei von der Beschaffung bis zur Montage sichergestellt. Mit der Nutzung mobiler Endgeräte können entsprechende Online-Funktionalitäten realisiert werden.

Die Automobilbranche liefert Anschauungsmaterial für den Einsatz digitaler Technologien in der Serienfertigung. Dabei steht die Branche im Spannungsfeld immer kürzerer Produktentwicklungszeiten und einer durch den Markt getriebenen steigenden Variantenvielfalt. Durch die digitale Produktentwicklung – verbunden mit einer interdisziplinären Simulation und der Herstellung virtueller Prototypen – und eine frühe Einbindung der Lieferanten

können Entwicklungs- und Fertigungszeiten signifikant reduziert werden. Eine durchgängige und konsistente Datenverbindung für die globale Zusammenarbeit der Entwicklungsressourcen ist dabei zwingende Voraussetzung.

Von großem Interesse für den Anlagenbau sind überdies die funktionalen Ansätze, die man von anderen Branchen ggf. übernehmen kann (vgl. Abbildung 42). Dabei stimmen die vom Anlagenbau präferierten Methoden der Digitalisierung (vgl. Abbildung 25) mit den von branchenfremden Unternehmen eingesetzten Arbeitsweisen größtenteils überein. 60 Prozent der Studienteilnehmer haben Big Data-Analysen als zukünftig sehr relevantes Angebot anderer Branchen erkannt. Weitere funktionale Ansätze anderer Industriezweige, die auch für den Anlagenbau relevant sein könnten, beziehen sich auf die Datensicherheit (Security), das Angebot und die Nutzung von IT-Services über das Internet (Cloud Services) und die mobile digitale Zusammenarbeit (Mobile Collaboration).

Welche Ansätze aus anderen Branchen lassen sich auf den Anlagenbau übertragen?

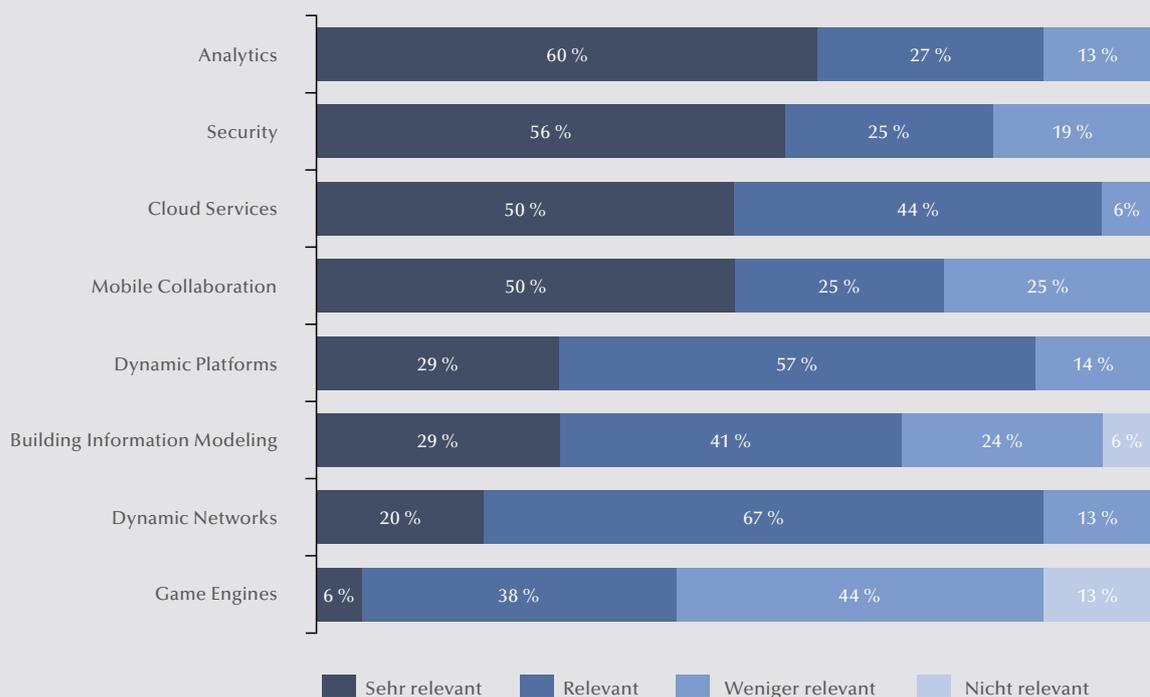


Abbildung 42

Aus diesem Vergleich lassen sich allerdings keine allgemeingültigen Strategien ableiten, mit denen sich die Unternehmen des Anlagenbaus für die Anforderungen der Digitalisierung wappnen können. Hierfür sind stets individuelle Ansätze, die das spezifische Umfeld der Unternehmen, die jeweiligen Kundenwünsche und das Produktportfolio im Blick haben, heranzuziehen.



8 Ausblick

Die deutschen Anlagenbauer befinden sich mit Blick auf Industrie 4.0 in einer besseren Ausgangssituation als noch 2015 und sehen gute Chancen, die Möglichkeiten, die ihnen die Digitalisierung bietet, in Zukunft noch effektiver zu nutzen und neue Strategien im Servicegeschäft sowie neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Mental sind die Unternehmen somit für den digitalen Wandel gut gerüstet, operativ und technisch besteht aber noch Nachholbedarf. Daher gehen immer mehr Anlagenbauer dazu über, sich Zugang zu externem Wissen über Netzwerke, Partnerschaften und Kooperationen sowie durch den Zukauf von Kompetenzen zu verschaffen.

Der Anlagenbau ist sich nach den Ergebnissen dieser Studie bewusst, dass es noch weiteren Handlungsbedarf zur Umsetzung von Industrie 4.0 gibt. Die Bedeutung neuer Geschäftsmodelle wird mittlerweile klar erkannt, ebenso wie die Gefahr, dass branchenfremde Wettbewerber am Markt auftreten. Auch die Erkenntnis, dass die vorhandenen, für die heutigen Geschäftsmodelle entwickelten Prozesse und Strukturen nicht mehr in eine digitale Welt passen und angepasst werden müssen, hat sich in den meisten Unternehmen durchgesetzt.

Industrie 4.0 lässt sich im Anlagenbau nicht in einem einzigen Schritt umsetzen. Dass es sich um einen evolutionären Prozess handelt, hat schon die Vorgängerstudie aus dem Jahr 2015 deutlich gemacht. Darüber hinaus benötigen die Unternehmen ein klares Zielbild. Die Ableitung einer passenden Strategie ist somit ein Gebot der Stunde. Die zum Unternehmen passenden Geschäftsmodelle ergeben sich dann nahezu zwangsläufig.

Aber wie können die nächsten konkreten Schritte aussehen? Startpunkt sollte ein Digital-Readiness-Check sein. Mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen zu den relevanten Prozessen, Strukturen und Technologien lassen sich die notwendigen Handlungsfelder identifizieren und priorisieren. Eine entsprechende Digitalisierungsstrategie und die Auswirkungen auf das Geschäftsmodell können aus dieser Prüfung abgeleitet werden. Ein Fokus sollte in diesem Zusammenhang auch auf die Entwicklung von Serviceangeboten gelegt werden. Die dafür notwendigen Voraussetzungen und Erkenntnisse wurden im Rahmen dieser Studie bereits detailliert dargestellt.

Da es sich dabei nicht um ein klassisches Anlagenbauprojekt sondern um einen unternehmensweiten Changeprozess handelt, empfiehlt es sich, in diesem Zusammenhang über ganz neue Projektmanagement-Methoden nachzudenken. Die Scrum-Methodik (eine agile Vorgehensweise des Projekt- und Prozessmanagements) erscheint für den genannten Zweck eine geeignete Option zu sein. Der Ansatz von Scrum ist empirisch, inkrementell und iterativ. Er beruht auf der Erfahrung, dass viele Change- und Entwicklungsprojekte zu komplex sind, um in einem einzigen übergeordneten Plan umfassend abgebildet zu werden. Ein wesentlicher Teil der Anforderungen und der möglichen Lösungsansätze ist zu Beginn vieler Digitalisierungsprojekte oftmals unklar. Diese Unklarheit lässt sich beseitigen, indem Zwischenergebnisse geschaffen werden. Anhand dieser Zwischenergebnisse lassen sich die fehlenden Anforderungen und Lösungstechniken leichter finden als durch eine abstrakte Klärungsphase.

Eine erfolgreiche Implementierung von Industrie 4.0 sollte somit am Besten in kleinen Schritten erfolgen, auch weil ein umfassendes Digitalisierungsprojekt in den Prozessen und Strukturen des Anlagenbaus grundlegende Veränderungen voraussetzt und ebensolche zur Folge haben wird.



9 Profil und Ansprechpartner

maexpartners



maexpartners bietet Ihnen ein Team aus praxiserprobten Unternehmensberatern, die gleichermaßen vielseitiges Wissen und vielfältige Erfahrung besitzen. Wir alle waren selbst bereits als Führungskräfte in der Industrie tätig und kennen den betrieblichen Alltag. Sie können sich darauf verlassen, dass jedes einzelne Mitglied unseres Teams sich bei unseren Beratungsprojekten nicht nur intellektuell einbringt, sondern auch emotional engagiert. Wir denken und handeln wie Unternehmer: rational und ergebnisorientiert wie auch umsichtig und motivierend. Unsere Maxime ist es, die Ziele unserer Klienten zu unseren eigenen zu machen, denn wir glauben an das Gesetz des Wiedersehens.

Unser Angebot an Sie verfolgt drei Ziele:

Creating Value – Boosting Operations – Sustaining Growth

Die Projektarbeit von maexpartners beruht auf fundierten Analysen, kreativen Strategien und pragmatischen Lösungen. Jeder von uns zeichnet sich durch hohe gedankliche Flexibilität aus und erarbeitet für Sie individuelle Lösungen.

Unser Konzept sieht vor, dass wir alle strategisch relevanten Themen Ihrer Unternehmung abdecken und in unserer Beratung berücksichtigen. Dabei sind für Ihren künftigen Erfolg folgende Bereiche von maßgeblicher Bedeutung: Wachstum, Portfoliooptimierung, Internationalisierung, grenzüberschreitenden Fusionen und Akquisitionen, Post-Merger-Integrationen, Marketing- und Markenstrategien, strategische Allianzen, Neuausrichtungen, Restrukturierungen sowie wertorientiertes Management.

maexpartners operieren weltweit. Alle unsere Berater haben nicht nur eine globale Sicht, sie besitzen auch spezifische regionale Kenntnisse. So können wir unsere internationalen Projekte stets mit Kollegen besetzen, die mit den lokalen Besonderheiten vertraut sind.

Auch führen wir während und nach einer Projektphase eine Reihe an Maßnahmen zur Qualitätssicherung durch. Wir wollen Ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern und Ihre Ergebnisse nachhaltig verbessern. Kurz: Wir wollen nicht nur, dass Sie zufrieden sind mit unserer Projektarbeit – wir wollen Ihre Erwartungen an uns möglichst übertreffen.

Die maex DNA

- Wir positionieren uns als operative Management-Beratung
- Wir unterscheiden uns durch die breite Palette von Industrie, Projekt- und Branchen-Know-how unserer Berater
- Unsere Berater sind tiefgreifende qualifizierte Führungspersönlichkeiten
- Unsere Berater entwickeln kreative und, wenn erforderlich, revolutionäre Lösungsansätze
- Unsere Berater verfügen über eine starke Fähigkeit zur Umsetzung - wir bestärken und befähigen Menschen
- maex werden gerufen, wenn ein Projekt effektiv durchgeführt werden soll, und die Ergebnisse in der P&L sichtbar sein sollen

Mehr unter www.maex-partners.com

maexpartners GmbH
Josef-Gockeln-Straße 10
40474 Düsseldorf

Thorsten Helmich
Tel.: +49 172 72 76 951
thorsten.helmich@maex-partners.com

Marc Artmeyer
Tel.: +49 172 5814772
marc.artmeyer@maex-partners.com

Dr. Andreas Kolmer
Tel.: +49 173 3803269
andreas.kolmer@maex-partners.com



Die Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau ist die Interessensvertretung und das wichtigste Netzwerk Großanlagenbauender Unternehmen im deutschsprachigen Raum. Sie repräsentiert einen jährlichen Auftragseingang von 18 Mrd. € und rund 58.000 Beschäftigte im Inland sowie mehr als 100.000 Beschäftigte an internationalen Standorten. Mit einem Weltmarktanteil von ca. 15 Prozent und 80 Prozent Exportquote üben die Unternehmen eine erhebliche Lokomotivwirkung auf die inländische und internationale Zulieferindustrie aus. Neben der Interessenvertretung und der neutralen Plattform zum Erfahrungsaustausch bietet die Arbeitsgemeinschaft ihren Mitgliedern ein profundes Wissen zu relevanten Managementthemen des Großanlagenbaus.

Mehr unter <http://agab.vdma.org>

VDMA
Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau
Lyoner Strasse 18
60528 Frankfurt/Main

Thomas Waldmann - Geschäftsführer
Tel.: +49-69-6603-1271
thomas.waldmann@vdma.org

Olaf Stecken - Referent
Tel.: +49-69-6603-1625
olaf.stecken@vdma.org

Impressum

Der Inhalt dieser Veröffentlichung beruht auf Erhebungen der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau und Einschätzungen von maexpartners. Die hier vorgelegten Fakten, Meinungen und Empfehlungen können insoweit nur als Anhaltspunkt dienen; ihre Darstellung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Weiterhin sind die Besonderheiten der jeweiligen Branchen und Produkte des Anlagenbaus sowie deren unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten zu berücksichtigen. Daher ist über die Konstellationen hinaus, die den Einschätzungen dieser Studie und ihren Vorgehensempfehlungen zugrunde liegen, eine Vielzahl weiterer denkbar, die auch andere Schlüsse zur Folge haben können.

Layout und Satz:

Q:marketing AG

Stand:

September 2017

Bildquellen:

thyssenkrupp Industrial Solutions AG (S.6, S.25)
Siemens AG (S.31, S.34)
Primetals Technologies Limited (S.18, S.27, S.40)
Voith GmbH (S.43, S.52)
Andritz AG (S.4, S.5, S.37)
Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH (S.16, S.53)
SMS group GmbH (S.17, S.42, S.44, S.47)
Cherezoff / Shutterstock (S.7)
Zivica Kerkez / Shutterstock (S.11)
nostal6ie / Shutterstock (S.29)
Dmitry Kalinovsky / Shutterstock (S.9)
Killua X / Shutterstock (Titelbild)
Simulation / maexpartners / Fotolia (S.49)

