

# IMPULS



Erfolgsfaktoren digitaler  
Geschäftsmodelle für den  
Maschinen- und Anlagenbau

Stiftung für den Maschinenbau,  
den Anlagenbau und die Informationstechnik






IMPULS-Studie

# Erfolgsfaktoren digitaler Geschäftsmodelle für den Maschinen- und Anlagenbau

**Autoren:**

Thorsten Theeuwen   
Projektmanager  
FIR e. V. an der RWTH Aachen

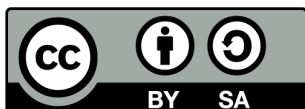
Lukas Bruhns   
Managing Director  
Service Performance Center

Stephan Bollinger  
Programm-Manager  
Service Performance Center

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Vorworte .....	3
1. Zusammenfassung / Management Summary .....	4
2. Einleitung.....	6
3. Digitale Geschäftsmodelle im Maschinen- und Anlagenbau .....	8
3.1 Smarte Maschinen .....	10
3.2 Service-Excellence.....	16
3.3 Digitale Produkte.....	21
3.4 Subskriptionsgeschäft.....	28
4. Handlungsempfehlungen für die erfolgreiche Transformation .....	34
5. Fazit .....	38
6. Literaturverzeichnis.....	40

## Lizenzbestimmung



Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative-Commons-Lizenz „Share Alike 4.0 International – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International“ (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht.

# Vorworte

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die vorliegende Studie „Erfolgsfaktoren digitaler Geschäftsmodelle für den Maschinen- und Anlagenbau“ kommt zu einem entscheidenden Zeitpunkt für unsere Branche. Von geoökonomischer Fragmentierung bis hin zu großen technologischen Fortschritten in einigen Schwellenländern – die Märkte verändern sich aktuell disruptiv; es kommt zu tektonischen Wettbewerbsverschiebungen. Die Digitalisierung hat definitiv das Potenzial, unsere Geschäftsmodelle grundlegend zu transformieren und neue Wege zu eröffnen, um im globalen Wettbewerb erfolgreich zu bestehen. Doch trotz zahlreicher Initiativen und Investitionen in digitale Technologien konnten die hochgesteckten Ziele im Hinblick auf nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg nicht durchgehend erreicht werden.

Diese Studie zeigt klar auf, dass es nach wie vor offene Handlungsfelder gibt. Sie bietet wertvolle Einblicke und praxisnahe Empfehlungen, wie unsere digitalen Geschäftsmodelle weiterentwickelt und erfolgreich umgesetzt werden können. Die Ergebnisse sind richtungsweisend und dienen als fundierte Grundlage, um Strategien zu überdenken und gezielt anzupassen. Bei den Autoren möchte ich mich für ihre sehr gute Arbeit und die wichtigen, prägnant zusammengefassten Erkenntnisse bedanken.

Es liegt an uns, die Chancen der Digitalisierung zu nutzen und unsere Position als führende Anbieter im Maschinenbau zu stärken. Lassen Sie uns gemeinsam die Herausforderungen annehmen und die Zukunft unserer Branche aktiv gestalten.

Mit besten Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Matthias Niemeyer,  
CEO der  
Uhlmann Group Holding GmbH & CO. KG  
und Mitglied des Kuratoriums  
der IMPULS-Stiftung

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

der Maschinen- und Anlagenbau ist eine zentrale Säule der deutschen und europäischen Wirtschaft sowie ein globaler Innovationsmotor. Angesichts der aktuellen Transformationsprozesse und geopolitischen Brüche steht die Branche aber vor großen Herausforderungen. Gerade für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stellt sich deshalb die dringende Frage, wie sie ihre Position in einem sich wandelnden Markt international behaupten und ausbauen können.

Die vorliegende Studie gibt eine fundierte Antwort auf die zentrale Fragestellung, welche Erfolgsfaktoren für eine gelingende digitale Transformation im Maschinen- und Anlagenbau bestehen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Zukunft nicht mehr allein im Produkt, sondern in der intelligenten Verknüpfung von Maschinen mit digitalen Services und kundenorientierten Geschäftsmodellen liegt.

Ich lade Sie ein, die Ergebnisse dieser Studie als strategischen Leitfaden zu nutzen. Trotz ihrer Herausforderungen bietet die digitale Transformation des Produktportfolios enorme Chancen – gerade auch für den industriellen Mittelstand im Maschinen- und Anlagenbau. Als Anlaufstelle steht Ihnen das Forum Manufacturing-X des VDMA dabei mit Rat und Tat zur Seite.

Mein Dank gilt den Autoren der Studie sowie der IMPULS-Stiftung für die Realisierung dieses wichtigen Projekts. Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre.

Ihr

Dr.-Ing. Marc Hüske,  
Leiter des  
VDMA-Forums Manufacturing-X

# 1. Zusammenfassung

Die führende Rolle deutscher Unternehmen beim Angebot exzellenter Maschinen und Anlagen nimmt ab. Inzwischen geben 78 Prozent von ihnen an, dass Wettbewerber aus Fernost technisch vergleichbare Produkte anbieten (s. MATTHES U. SCHMITZ 2024, S. 10ff). Zwei Drittel vermelden sogar, dass deren Produkte um bis zu 30 Prozent günstiger sind. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie deutsche und europäische Unternehmen trotzdem auf dem Markt bestehen und sich zukunftssicher aufstellen können.

Unternehmen müssen sich vor diesem Hintergrund transformieren und die Rolle des klassischen Produkthanbieters hinter sich lassen. Stattdessen ist eine Fokussierung des Angebots mehrwertstiftender Leistungen wichtig, die durch exzellente Services, digitale Produkte und partizipative Subskriptionsgeschäftsmodelle geprägt sind. Die Entwicklung zum Intelligenten Lösungsanbieter kann dabei nicht über Nacht geschehen und ist mit einem intensiven Transformationsprozess verbunden. Als Resultat können jedoch langfristige und gemeinsam mit den Kunden erfolgreiche Partnerschaften aufgebaut werden, die eine Abgrenzung von produktorientierten Wettbewerbern ermöglichen.

Diese Studie untersucht die Herausforderungen und Erfolgsfaktoren digitaler Geschäftsmodelle im Maschinen- und Anlagenbau und bietet praktische Empfehlungen für deren erfolgreiche Umsetzung. Digitale Geschäftsmodelle eröffnen dabei neue Umsatzpotenziale und stärken die Kundenbindung, indem sie physische Produkte mit digitalen Services kombinieren und zu integrierten Gesamtlösungen weiterentwickeln. Diese Transformation erfordert eine strategische Anpassung an neue Marktanforderungen und bietet Chancen für langfristige Wettbewerbsfähigkeit durch innovative Services.

Der Transformationsprozess gliedert sich in vier Stufen: Zunächst schaffen Smarte Maschinen durch Vernetzung und Datenverarbeitung die Grundlage für digitale Angebote. Darauf

aufbauend werden mithilfe spezifischer Maßnahmen und datenbasierter Ansätze wie prädiktiver Wartung bestehende Serviceprozesse optimiert, um ein exzellentes Serviceangebot zu erreichen. Die dritte Stufe umfasst digitale Produkte, die als eigenständige Lösungen physische Produkte ergänzen und zusätzliche Umsatzpotenziale erschließen. Abschließend integriert das Subskriptionsgeschäft die vorangegangenen Stufen, um ein umfassendes Lösungsangebot zu schaffen. Jede Stufe adressiert spezifische Herausforderungen und bietet Erfolgsfaktoren, die Unternehmen auf ihrem Weg zum Intelligenten Lösungsanbieter unterstützen.

Die erfolgreiche digitale Transformation im Maschinen- und Anlagenbau erfordert auch Anpassungen an der Organisationsstruktur und -kultur. So ist ein erfolgreiches Change-Management wichtig, um Mitarbeitende auf neue Anforderungen vorzubereiten und Akzeptanz zu schaffen. Der Wandel erfordert auch die Fähigkeit, traditionelle und digitale Geschäftsmodelle parallel zu betreiben. Diese sogenannte Ambidextrie ermöglicht es Unternehmen, Kernkompetenzen zu erhalten und gleichzeitig neue, digitale Potenziale zu erschließen. Zuletzt wird nachhaltiges Handeln zunehmend von Kunden und anderen Stakeholdern gefordert. Durch ressourcenschonende Lösungen und verlängerte Produktlebenszyklen können Anbieter ihre Kunden bei der Erreichung von Nachhaltigkeitszielen unterstützen und sich so als strategische Partner positionieren.

Insgesamt ist die Transformation hin zu digitalen Geschäftsmodellen im Maschinen- und Anlagenbau ein wichtiger Hebel, um sich im globalen Wettbewerb nachhaltig zu behaupten. Der Wandel zum Intelligenten Lösungsanbieter ermöglicht es Unternehmen, durch innovative Lösungen und nachhaltige Praktiken langfristige Kundenbeziehungen aufzubauen und neue Umsatzpotenziale zu erschließen. Mit einer konsequenten und strategischen Umsetzung können Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken und sich zukunftssicher aufstellen.

# Management Summary

The leading role of German companies in offering excellent machines and equipment is declining. In a recent study, 78 percent of German companies state that competitors from the Far East offer technically comparable products (MATTHES AND SCHMITZ 2024, p. 10 et seqq). Of these, as many as two-thirds say that their competitors' products are up to 30 percent cheaper. In this context, the question arises as to how German and European companies can still survive in the market and position themselves for the future.

In this context, companies need to transform themselves and leave the role of the classic product provider behind. Instead, it is important to focus on offering value-added services that are characterized by excellent services, digital products, and participative subscription business models. The development into an intelligent solution provider cannot happen overnight and represents an intensive transformation process. However, as a result, long-term and successful partnerships can be established with customers, enabling differentiation from product-oriented competitors.

This study examines the challenges and success factors of digital business models in the mechanical and plant engineering industry and offers practical recommendations for their successful implementation. Digital business models enable new revenue potential and strengthen customer loyalty by combining physical products with digital services and developing them into integrated solutions. This transformation requires a strategic adaptation to new market requirements and offers opportunities for long-term competitiveness through innovative services.

The transformation process is divided into four stages. Initially, smart machines create the basis for digital offerings through networking and data processing. Building on this, existing service processes are optimized with the help of specific measures and data-based approaches such as predictive maintenance to achieve

an excellent service offering. The third stage comprises digital products that complement physical products as stand-alone solutions and tap into additional revenue potential. Finally, the subscription business integrates the previous stages to create a comprehensive solution offering. Each stage addresses specific challenges and offers success factors that support companies on their way to becoming intelligent solution providers.

Successful digital transformation in the mechanical and plant engineering industry also requires adjustments to the organizational structure and culture. Thus, successful change management is important to prepare employees for new requirements and create acceptance. The change also requires the ability to operate traditional and digital business models in parallel. This so-called ambidexterity enables companies to maintain core competencies while at the same time tapping into new, digital potential. Finally, customers and other stakeholders are increasingly demanding sustainable action. By providing resource-efficient solutions and extending product life cycles, suppliers can support their customers in achieving sustainability goals and thus position themselves as strategic partners.

Overall, the transformation towards digital business models in mechanical and plant engineering is an important lever for sustainably asserting oneself in global competition. The transformation to an intelligent solution provider enables companies to build long-term customer relationships and tap into new revenue potential through innovative services and sustainable practices. With consistent and strategic implementation, companies can strengthen their competitiveness and future-proof themselves.

## 2. Einleitung

Über lange Zeit perfektionierten Maschinen- und Anlagenbauer sowie Komponentenanbieter die Entwicklung, Produktion und den Vertrieb ihrer physischen Produkte. So konnten sich insbesondere in Deutschland etliche Weltmarktführer etablieren, sodass sich das Land zu einem bedeutenden Industriestandort entwickelte. Doch diese Unternehmen geraten nun im globalen Markt unter Druck, da produktbezogene Differenzierungsmerkmale weniger werden. Zudem hat sich die Wettbewerbsposition der deutschen Industrie in den vergangenen Jahren merklich verschlechtert, sodass neue Möglichkeiten zur Differenzierung vom (internationalen) Wettbewerb notwendig sind, um in Zukunft konkurrenzfähig zu bleiben (s. IFO INSTITUT 2024).

Eine große Chance für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau besteht dabei in der Nutzung ihrer bestehenden Kundennähe. Über Jahre haben die Unternehmen die Kunden mit ihren Produkten begeistert und professionelle Servicestrukturen etabliert. Mit der Verknüpfung dieser Aspekte in Produkt-Service-

Systemen als Gesamtlösung können sie ihren Kunden Mehrwerte bieten, die sie vom internationalen Wettbewerb abheben. Der Wandel vom klassischen Produkthersteller zum intelligenten Lösungsanbieter kann damit hochqualifizierte Arbeitsplätze und so auch den Wohlstand in Deutschland sichern (s. TIFFERT 2019).

Doch dafür müssen sich die Unternehmen transformieren. Etablierte Fähigkeiten des Produktgeschäfts, die sich über Jahrzehnte in den Ressourcen, Organisation, IT-Systemen und Kultur der Maschinen- und Anlagenbauer niedergeschlagen haben, reichen für das Lösungsgeschäft nicht mehr aus (s. KLEINALTENKAMP ET AL. 2016). Es müssen neue Fähigkeiten im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie erlernt werden, um digitale Angebote schaffen zu können. Ebenso müssen unter Beibehaltung der Produktexzellenz organisatorische Voraussetzungen geschaffen werden, um auch neue digitale Geschäftsmodelle nicht nur zu entwickeln, sondern erfolgreich an Kunden vertreiben zu können (s. SCHUH ET AL. 2016).

### Was sind aus Ihrer Sicht die größten Hürden bei der Monetarisierung von Smarten Produkten?

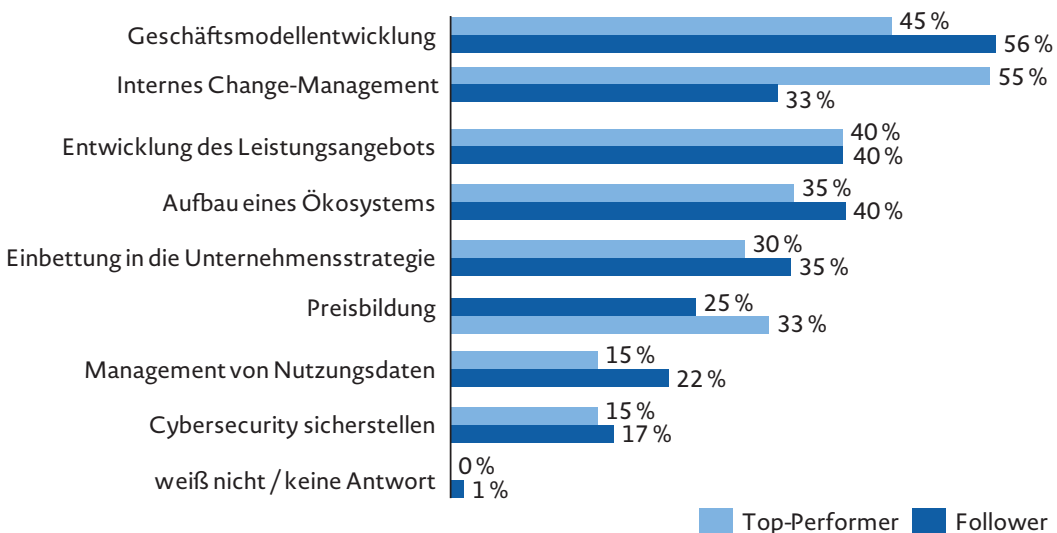


Bild 1: Größte Hürden von Top-Performern und Followern bei der Monetarisierung von Smarten Produkten (BENNING ET AL. 2022)



Viele Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus stehen jedoch vor der Herausforderung, die Balance zwischen traditionellem Produktgeschäft und dem Ausbau von Service- und Digitalangeboten zu bewahren (s. BRODTMANN ET AL. 2020). Diese sogenannte Ambidextrie erfordert den Aufbau neuer Fähigkeiten, um digitale Lösungsangebote erfolgreich umzusetzen. Dabei hat sich gezeigt, dass insbesondere die Entwicklung und der Vertrieb des passenden Geschäftsmodells Unternehmen vor die größten Hürden bei der Umsetzung eines Intelligenten Lösungsangebots stellen (siehe Bild 1, S. 6). In einem Benchmarking analysierte das FIR an der RWTH Aachen dazu 112 Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus und angrenzender Industrien. Die Hürden im Geschäftsmodell und Vertrieb zeigten sich dabei sowohl für Top-Performer, die nachweislich bereits ein etabliertes Angebot an Smarten Produkten und begleitenden Services haben, als auch für die Follower. Auffällig im Benchmarking ist vor allem die unterschiedliche Wahrnehmung der beiden Gruppen bezüglich der Herausforderung des internen Change-Managements. Die erfolgreichen Unternehmen im Digitalgeschäft scheinen diese Hürde wesentlich deutlicher wahrzunehmen (s. BRODTMANN ET AL. 2020).

Das Ziel dieser Studie besteht folgerichtig darin, Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus Impulse für den Wandel vom klassischen Produkthersteller zum Intelligenten Lösungsanbieter zu geben. Dazu wird zunächst der weite Begriff des digitalen Geschäftsmodells in vier distinkte Stufen bei der digitalen Transformation des Leistungsangebots unterteilt. Für jede dieser Stufen werden Herausforderungen aufgezeigt, Erfolgsfaktoren wiedergegeben und ein Praxisbeispiel eines Maschinen- oder Anlagenbauers und eines aus einer angrenzenden Branche gegeben. Darüber hinaus wird zu den letzten beiden Stufen jeweils ein Praxisbeispiel für die Möglichkeiten eines vertrauensvollen Datenaustauschs sowie eine gescheiterte Initiative vorgestellt, aus welchen sich

wertvolle Erkenntnisse ableiten lassen. Darauf basierend werden im Anschluss konkrete Handlungsempfehlungen für Unternehmen benannt. Ein Fazit mit Ausblick auf zukünftige Entwicklungen im Umfeld des Maschinen- und Anlagenbaus rundet die Studie ab.

Für Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau bietet das Thema Digitale Geschäftsmodelle heute weit mehr als nur eine strategische Option: Es ist entscheidend, um im zunehmend globalisierten und wettbewerbsintensiven Markt langfristig erfolgreich zu bleiben. Die fortschreitende Digitalisierung verändert nicht nur die internen Prozesse, sondern auch die Erwartungshaltung der Kunden, die von ihren Partnern ganzheitliche Lösungen und innovative Dienstleistungen erwarten. Wer sich als Anbieter auf diese Transformation einlässt, profitiert von neuen Umsatzpotenzialen und kann die Kundenbindung durch innovative Lösungsangebote stärken.

Diese Studie dient als wertvolle Orientierung und praxisnahe Handreichung für alle Entscheidungsträger, die den Wandel hin zu digitalen Geschäftsmodellen in ihren Unternehmen aktiv gestalten wollen. Es zeigt auf, welche Hürden in den verschiedenen Entwicklungsstufen zu bewältigen sind und gibt konkrete Handlungsempfehlungen zur erfolgreichen Umsetzung. Damit soll das Bewusstsein für das Erkennen und Nutzen digitaler Geschäftsmodelle im eigenen Betrieb geschaffen werden, um nicht nur die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern, sondern auch neue Standards in der Kundenbeziehung und Marktdifferenzierung zu setzen.

# 3. Digitale Geschäftsmodelle im Maschinen- und Anlagenbau

Um im Bereich der digitalen Geschäftsmodelle erfolgreich zu sein, muss für Maschinen- und Anlagenbauer zuerst klar definiert werden, in welchen Kategorien das Leistungsangebot digitalisiert werden kann. Diese klare Unterscheidung unterstützt dabei, konkrete Ziele zu setzen und die notwendigen Fähigkeiten zur Erreichung dieser Ziele aufzubauen. Zuvor sollte jedoch ein Bewusstsein geschaffen werden für die momentan vorhandenen Kompetenzen, um die eigene Ausgangssituation zu klären. Der lineare oder auch transaktionale Verkauf, bei dem Produk-

te oder Dienstleistungen gegen eine einmalige Zahlung verkauft werden, sowie der reaktive Service, der lediglich auf Kundenanfragen reagiert, ohne proaktiv auf potenzielle Probleme einzugehen, bilden dabei die Grundlage, auf der viele Maschinen- und Anlagenbauer bereits operieren. Diese Fähigkeiten sind die Voraussetzung für die Weiterentwicklung hin zu neuen digitalen Geschäftsmodellen. Diese werden in vier Stufen unterteilt (siehe Bild 2).

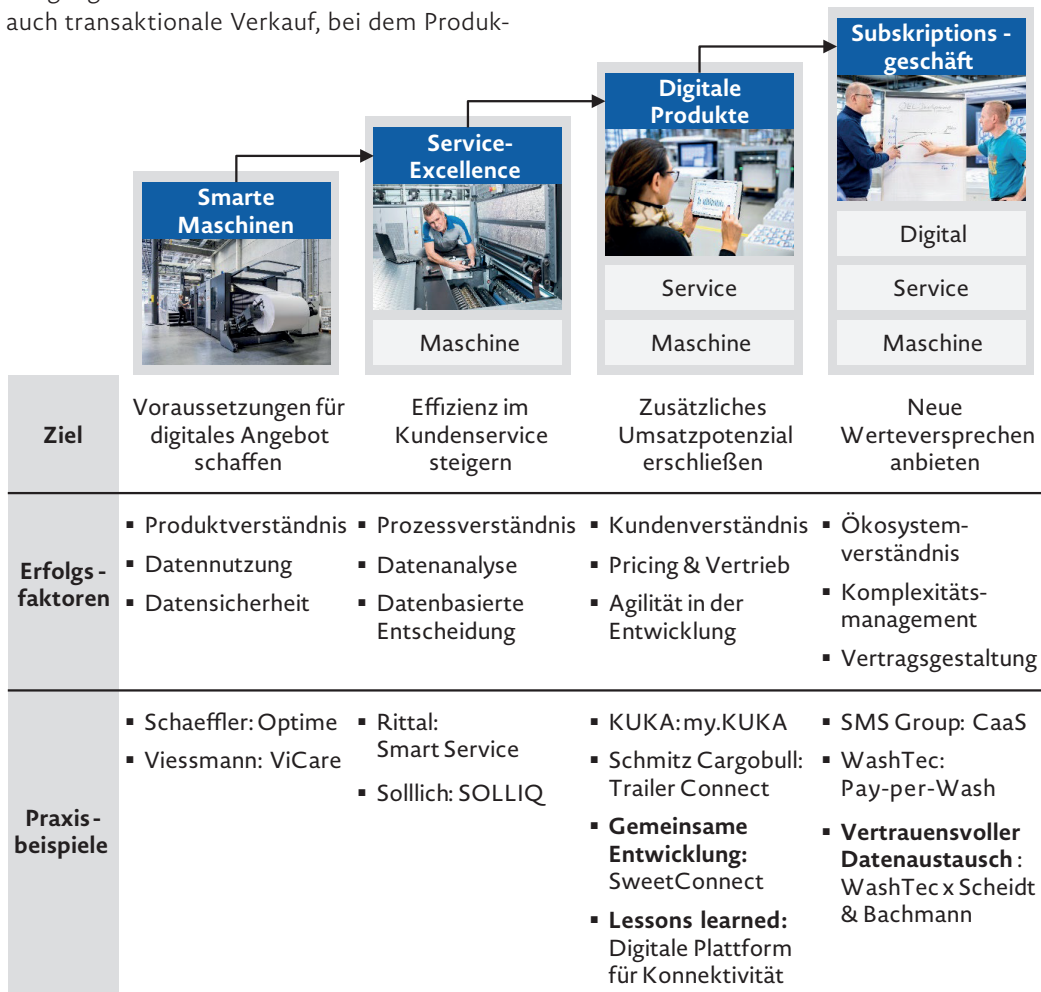


Bild 2: Die vier Stufen der digitalen Geschäftsmodelle sowie deren Ziele, Erfolgsfaktoren und Praxisbeispiele (eigene Darstellung, Bildquelle: Heidelberg 2024<sup>1</sup>, Illustrationen für diese VÖ freigegeben)

<sup>1</sup> [https://www.heidelberg.com/global/de/about\\_heidelberg/press\\_relations/media\\_library/overview\\_media\\_library\\_1/media\\_gallery\\_overview.jsp](https://www.heidelberg.com/global/de/about_heidelberg/press_relations/media_library/overview_media_library_1/media_gallery_overview.jsp) (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

Zunächst muss über die **Vernetzung** von Maschinen und Anlagen die Voraussetzung für ein digitales Angebot geschaffen werden. Darauf basierend können Maschinen- und Anlagenbauer mithilfe grundlegender digitaler Leistungen die **Effizienz im Service steigern** und somit Kosten bei der Erbringung der Dienstleistungen sparen. Die nächste Stufe umfasst das Angebot eigenständiger digitaler Produkte, die den Funktionsumfang im Einsatz befindlicher, physischer Produkte erweitern und optimieren, sodass zusätzliches **Umsatzpotenzial** erschlossen wird. Durch eine Kombination der drei vorangegangenen Stufen kann in der höchsten Stufe das Subskriptionsgeschäft umgesetzt werden, wodurch gegenüber den Kunden **tieferegehende Wertversprechen** als bislang realisiert werden können.

Die vier Stufen bieten eine klare Orientierung für die Transformation im Maschinen- und Anlagenbau und stellen eine idealtypische Abfolge dar. Allerdings muss nicht jedes Unternehmen zwangsläufig das Subskriptionsgeschäft als finales Ziel anstreben. Vielmehr können je nach individuellem Entwicklungsstand und strategischer Ausrichtung auch Zwischenstufen sinnvoll und wertschöpfend sein. Die Umsetzung einzelner Elemente richtet sich dabei nach den spezifischen Anforderungen und Möglichkeiten des jeweiligen Unternehmens.



## 3.1 Smarte Maschinen

Auf dem Weg vom Produkthersteller zum Intelligenten Lösungsanbieter stellen die Vernetzung und digitale Anbindung von Maschinen und Anlagen den initialen Schritt dar. Maschinen- und Anlagenbauer werden damit in die Lage versetzt, die eigene Wettbewerbsfähigkeit und die ihrer Kunden in der Zukunft zu steigern, indem die Datengrundlage für innovative digitale Geschäftsmodelle gelegt wird. Smarte Maschinen sind somit industrielle Assets, die über vernetzte Komponenten in der Lage dazu sind, eigenständig Daten zu erfassen, zu kommunizieren und zu verarbeiten (s. KOHLHOFF 2017).

Vor diesem Hintergrund ist es essenziell, eine fundierte Auswahl an geeigneten Sensoren und IoT-Geräten zur Erfassung und Verarbeitung relevanter Daten vorzunehmen, die die individuellen Gegebenheiten des Einsatzumfelds berücksichtigen. Ebenso ist die Implementierungsstrategie der Sensoren und IoT-Geräte zu klären (s. LEMPERT U. PFLAUM 2021). Hier können drei Ansätze unterschieden werden: Beim ersten Ansatz erfolgt der Einbau der entsprechenden Komponenten in Neumaschinen nur auf Nachfrage durch den Kunden und wird diesem in Rechnung gestellt. Beim zweiten Ansatz sind alle Neumaschinen ab Werk mit den erforderlichen Komponenten ausgerüstet und direkt vernetzt. Die Kosten dafür werden bei der Kalkulation des Maschinenpreises berücksichtigt und integriert. Da viele bereits ausgelieferte und im Einsatz befindliche Maschinen oft ohne Konnektivität ausgestattet sind, besteht der dritte Ansatz im Retrofitting der Maschinen. Hier erfolgt der nachträgliche Einbau der Komponenten, wenn die betroffene Maschine bereits im Einsatz beim Kunden ist.

Aus der Generierung der Daten durch die Vernetzung ergeben sich gleichzeitig neue Anforderungen: Einerseits ist der Schutz der Daten vor fremden Angriffen unerlässlich. Andererseits stellt die entstehende Menge an Daten besondere Anforderungen an Speicher- und

Verarbeitungskapazitäten. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass das Erzeugen von Daten einen im Voraus definierten und abgestimmten, strategischen Plan zur weiteren Veredelung erfordert (s. WITZENLEITER 2023).

Sind diese Fragen geklärt, ermöglichen Smarte Maschinen Maschinen- und Anlagenbauunternehmen, den ersten Schritt zu einer Differenzierung vom Wettbewerb zu gehen und Kunden eine über die Leistung des physischen Assets hinausgehende Leistung zu bieten. Im Folgenden werden die Definition, die zentralen Herausforderungen und Erfolgsfaktoren sowie praxisnahe Beispiele für Smarte Maschinen und Anlagen im Maschinen- und Anlagenbau detailliert erläutert, um ein umfassendes Verständnis für diese entscheidende erste Stufe der Transformation vom Produkt- zum digitalen Lösungsanbieter zu ermöglichen.

### Definition

Eine Maschine gilt dann als „Smart“ oder digital vernetzt, wenn sie durch eine geeignete Anbindung an das Internet der Dinge (IoT) verbunden wird (s. KAMPKER ET AL. 2017). Dafür bestehen die Maschinen neben den physischen Komponenten auch aus Smarten Komponenten zur Datenverarbeitung sowie vernetzten Komponenten, um die Daten weiterleiten zu können (siehe Bild 3, S. 11). Es ist wichtig, zu beachten, dass diese Smarten Komponenten auch essenzielle Softwarekomponenten umfassen. Smarte Maschinen sind in der Lage dazu, eigenständig Daten zu erfassen, zu analysieren und darauf basierend Entscheidungen zu treffen, um die Leistung und Effizienz von Fertigungsprozessen zu optimieren. Diese Systeme nutzen oft eine echtzeitbasierte Datenverarbeitung und maschinelles Lernen, um neue Funktionalitäten zu ermöglichen, die Zuverlässigkeit zu erhöhen sowie die Auslastung zu optimieren (s. PORTER U. HEPPELMANN 2014).

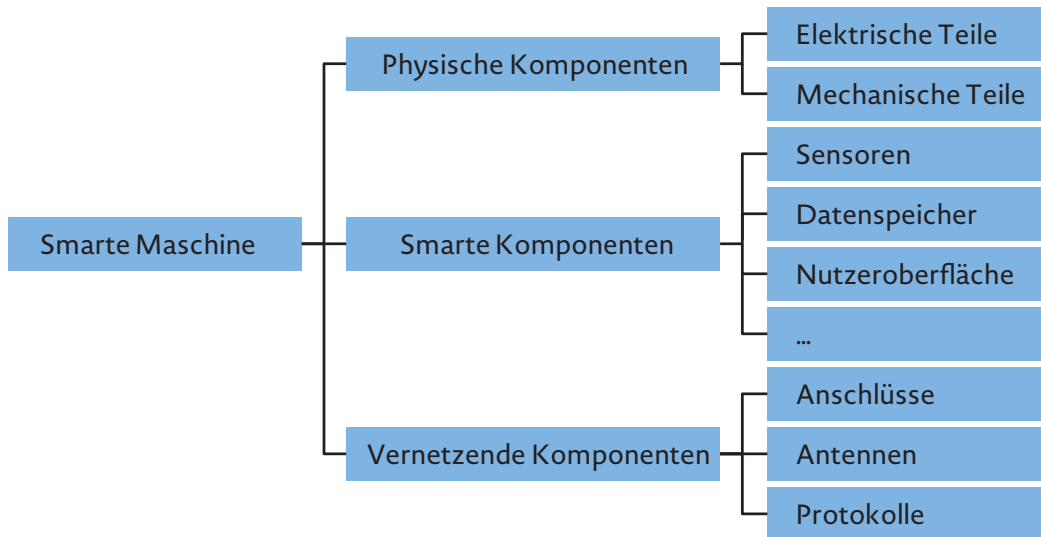


Bild 3: Aufbau Smarter Produkte (eigene Darstellung)

## Herausforderungen

Um eine reibungslose Vernetzung der Maschinen zu ermöglichen, müssen diese in bestehende Systeme innerhalb des eigenen Unternehmens sowie in die Systeme der Kunden integriert werden. Dieser Prozess bringt vielfältige Herausforderungen hinsichtlich Kompatibilität und Interoperabilität mit sich. Die Integration verschiedener Datensilos erfordert die Erschaffung einer einheitlichen Dateninfrastruktur, z. B. mittels einer zentralen Datenplattform. Um Daten aus verschiedenen Quellen zusammenzuführen, bedarf es auch entsprechender Schnittstellen. Vor diesem Hintergrund müssen einheitliche Datenformate und -standards erschaffen werden, um eine konsistente Datenqualität innerhalb des eigenen Unternehmens, aber auch als Vorbereitung für eventuelle spätere Kooperationen mit Partnern zu gewährleisten.

Gleichzeitig geht mit dem erhöhten Aufkommen an Datenströmen eine zunehmende Verantwortung für die Sicherheit derer einher. Smarte Maschinen sammeln und verarbeiten

eine große Menge sensibler Daten zu Produkt- oder Prozesseigenschaften, die für Angreifer attraktiv sein können. Zudem müssen Unternehmen sicherstellen, dass sie die verschiedenen Datenschutzgesetze einhalten, die je nach Region stark variieren können. Die globale Natur des Marktes für Smarte Maschinen bedeutet, dass Unternehmen sich mit einer Vielzahl unterschiedlicher gesetzlicher Vorgaben auseinandersetzen müssen, was die Komplexität weiter erhöht.

Zur Beherrschung dieser Komplexität, aber auch zur Entwicklung der technischen Komponenten zur Vernetzung der Maschinen sind zudem signifikante Investitionen erforderlich. Ein wesentlicher Faktor für die höheren Entwicklungskosten liegt in der Notwendigkeit, neue Technologien an die individuellen Anforderungen im Unternehmen anzupassen und zu integrieren. Dies erfordert nicht nur finanzielle Mittel, sondern auch den Einsatz spezialisierter Fachkräfte, deren Rekrutierung und Gehälter ebenfalls beträchtliche Kosten verursachen. Eine zusätzliche Herausforderung besteht darin, dass der direkte Nutzen dieser



Investitionen nicht immer sofort erkennbar ist, was die Rechtfertigung solcher Ausgaben gegenüber der Unternehmensführung oder weiteren Stakeholdern erschwert. Diese Parteien sind somit frühzeitig und umfassend in die Projekte zu involvieren, um den Bedarf an erheblichen finanziellen Aufwänden zu rechtfertigen und deren Kooperationsbereitschaft zu gewährleisten.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Akzeptanz seitens der Kunden. Viele Kunden haben Bedenken hinsichtlich der Datensicherheit und sind daher zögerlich, Smarte Maschinen zu nutzen. Selbst wenn die technischen Herausforderungen gemeistert und die Sicherheitsstandards eingehalten werden, bleibt die Skepsis der Nutzer eine Herausforderung. Zudem sind Kunden oft nicht bereit, für zusätzliche Sensorik oder Smarte Funktionen zu zahlen, wenn der direkte Nutzen für sie nicht klar ersichtlich ist. Unternehmen müssen daher nicht nur die technischen und sicherheitsrelevanten Herausforderungen bewältigen, sondern auch überzeugende Argumente für den Mehrwert ihrer Smarten Produkte liefern.

## Erfolgsfaktoren

Der Aufbau technologischer Expertise innerhalb des Unternehmens spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung Smarter Maschinen. Interdisziplinäre Teams, die Wissen aus verschiedenen Bereichen wie Ingenieurwesen, Informatik oder Data-Science kombinieren, sind notwendig, um die komplexen Systeme zu entwickeln.

Aber auch Partnerschaften und Kooperationen mit anderen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Technologielieferanten können zusätzlich wertvolle Ressourcen und Know-how liefern. Diese Zusammenarbeit ist besonders wichtig, da sie nicht nur den Zugang zu externem Fachwissen ermöglicht, sondern auch Innovationsprozesse beschleunigen kann. Um dies erfolgreich zu gestalten,

müssen Unternehmen jedoch ein kooperationsfreundliches Mindset entwickeln. In der Maschinenbauindustrie besteht oft noch die Ansicht, dass die besten Lösungen intern entwickelt werden. Diese Denkweise sollte hinterfragt werden und durch eine offener Haltung gegenüber externen Impulsen ersetzt werden.

Die Integration von Technologielieferanten kann dabei je nach Anforderungen auf verschiedene Arten erfolgen. Wenn ein Unternehmen sich für die Errichtung eines eigenen Digitalbereichs entscheidet, profitiert es von kürzeren Kommunikationswegen und somit einer schnelleren Anpassung an interne Prozesse und Strategien. Diese Nähe zu den Kernprozessen des Unternehmens kann insbesondere bei der Entwicklung Smarter Maschinen von Vorteil sein, da die digitale Expertise direkt mit den technischen und produktspezifischen Anforderungen verknüpft ist. Allerdings können begrenzte Ressourcen und Diskussionen um Entscheidungs- und Verantwortungshoheit digitale Innovationsprozesse beeinträchtigen.

Wenn die Entscheidung zur Gründung eines eigenständigen, losgelösten Tochterunternehmens getroffen wird, profitiert das Unternehmen von größerer Flexibilität und dem Zugang zu spezialisierter Expertise, was eine höhere Agilität in der Entwicklung digitaler Innovationen ermöglicht. Dieses Modell kann besonders dann vorteilhaft sein, wenn die Entwicklung Smarter Maschinen eine hohe Spezialisierung und schnelle Innovationszyklen erfordert, die in einer flexibleren Struktur besser realisiert werden können. Allerdings besteht auch das Risiko, dass sich die Distanz zu den Kernprozessen des Unternehmens vergrößert, was mit einer möglichen Inkonsistenz mit den strategischen Unternehmenszielen einhergehen kann. Für Maschinen- und Anlagenbauer, die in die Entwicklung Smarter Maschinen investieren, ist es deshalb entscheidend, die digitalen Kompetenzen so zu organisieren, dass sie eine Balance zwischen Nähe zu den Unternehmensprozessen und

Flexibilität in der Innovationsentwicklung bieten. Die Wahl zwischen einer internen Verankerung als eigener Abteilung und einem eigenständigen Tochterunternehmen sollte daher sorgfältig abgewogen werden, abhängig von den spezifischen Innovationszielen und der gewünschten Geschwindigkeit bei der Umsetzung digitaler Technologien.

Aufbauend auf der Herausforderung der Datensicherheit stellt ein effektives Datenmanagement in Form einer umfassenden Datenmanagementstrategie einen zentralen Erfolgsfaktor dar, um den Datenaustausch zwischen vernetzten Maschinen und Anlagen effizient zu gestalten. Diese Strategie umfasst u. a. die Festlegung von Standards für den Umgang mit Daten, um ihre Konsistenz und Qualität zu gewährleisten. Darüber hinaus definiert sie Zugriffsrechte und Verschlüsselungsmechanismen, welche die Daten vor unbefugtem Zugriff und Cyberangriffen schützen. Eine umfassende Datenmanagementstrategie erleichtert somit die Einhaltung regulatorischer Anforderungen und schafft Vertrauen in die Zuverlässigkeit der digitalen Leistungen. Sie ist deshalb obligatorisch für Maschinen- und Anlagenbauer, um sich vom Produkthersteller zum Digitalen Lösungsanbieter zu entwickeln.

Ergänzend zum herausfordernden Bedarf an Finanzmitteln hat sich die Durchführung einer sorgfältigen Analyse der Kosten gegenüber den erwarteten Umsätzen als erfolgreich erwiesen, um einen angemessenen Return on Investment (ROI) sicherzustellen. Diese Analyse kann auch dazu dienen, die Unterstützung durch das Top-Management zu sichern und ein Bewusstsein für die Wichtigkeit der Smartifizierung auf höchster Ebene zu schaffen. Diese ist essenziell, da die Vernetzung der Maschinen und die daraus folgenden neuen Geschäftsmodelle eine tiefgreifende Veränderung der Unternehmensstruktur zur Folge haben.

Eine anwendungsnahe Entwicklung ist ebenfalls entscheidend für den Erfolg Smarter Maschinen. Ein umfassendes Verständnis dafür,

wie die Maschine von den Kunden eingesetzt wird, hilft bei der Identifizierung und Priorisierung relevanter Funktionen und Features. Konkrete Bedarfe an Informationen für interne und externe Stakeholder festzulegen, sorgt dafür, dass das Produkt den Anforderungen aller Beteiligten gerecht wird. Kurzzyklische Entwicklungsprozesse mit der Gestaltung von Minimum-Viable-Products (MVP) und eine Modularisierung der Maschinen ermöglichen es, flexibel auf Marktveränderungen und sich entwickelnde Kundenanforderungen zu reagieren. Smarte Maschinen legen damit zudem den Grundstein für eine kontinuierliche Verbesserung des Leistungsangebots.

## Praxisbeispiele

Ein Beispiel für die nachträgliche Smartifizierung von Maschinen im Einsatz ist das OPTIME-System der *Schaeffler AG*, einem Hersteller von Wälz- und Gleitlagern, Gehäusen und Linearsystemen. Im Rahmen der Lifetime-Solutions bietet das OPTIME-System verschiedene Komponenten, um rotierende Maschinen nachträglich mit Sensorik auszurüsten und anzubinden.

Zentrales Element ist ein batteriebetriebener Vibrations- und Temperatursensor, der mittels Schraub- oder Klebverbindung an der Maschine befestigt wird und über Near-Field-Communication (NFC) aktiviert werden kann. Das System ist so intuitiv gestaltet, dass beispielsweise Instandhalter im Unternehmen die Installation selbst übernehmen können. Nach der Installation verbinden sich alle Sensoren automatisch miteinander in einem Mesh-Netzwerk, d. h., jeder Sensor bildet einen kabellosen Netzwerkknoten und die Informationen werden von Knoten zu Knoten weitergereicht, bis sie das Gateway, das die Daten an die OPTIME-Cloud weiterleitet, erreichen. Damit entfällt für die Kunden eine aufwendige Nachrüstung von kabelgebundener Sensorik oder eine großflächige Ausrüstung mit Routern im Produktionsumfeld.

Die Cloud ist wiederum über einen Connector-Service auch an andere Messsysteme von Schaeffler angebunden und kann Kunden gezielt Informationen, basierend auf einer echtzeitbasierten Auswertung der Sensordaten sowie weiterer angeschlossener Messgeräte, bereitstellen. Hierbei handelt es sich vor allem um die Analyse des Verschleißzustands der Lager, die anhand einer kontinuierlichen Überwachung der Vibrationen während der Nutzungszeit vorgenommen wird. Eine REST-API, die auf standardisierte Weise die Kommunikation einer Software mit einer anderen Software ungeachtet der Betriebssysteme ermöglicht, befähigt die Einbindung in bestehende Kundensysteme. Daneben wird das System um Aktuatoren erweitert, die basierend auf den Ergebnissen der Analyse proaktiv die Lager schmieren, so den Verschleiß minimieren und die Lebensdauer verlängern können. Bild 4 zeigt einen Überblick der Komponenten des OPTIME-Ökosystems.

Auch wenn der Retrofit von bestehenden Maschinen ein großer Faktor sein kann, sind heute viele neue Maschinen bereits standardmäßig mit Sensorik ausgerüstet. Entsprechend gilt es, möglichst viele Kunden auch davon zu überzeugen, ihre Maschine zu vernetzen. Dabei ist es wichtig, den Kundennutzen effektiv zu kommunizieren und Sorgen und Ängste frühzeitig und offen zu adressieren. Als Maschinen- und Anlagenbauer profitiert man so von mehr Daten für die Entwicklung und Optimierung von digitalen Geschäftsmodellen und hat gleichzeitig eine erste Möglichkeit, den Kunden selbst von den digitalen Angeboten zu überzeugen. Aber auch der Kunde sollte einen Mehrwert durch die Vernetzung erhalten, da er gewisse Risiken eingeht; insbesondere im Bereich der Datensicherheit. Eine Möglichkeit stellt die Visualisierung der Daten dar, die dem Kunden in einem Dashboard zur Verfügung gestellt werden.

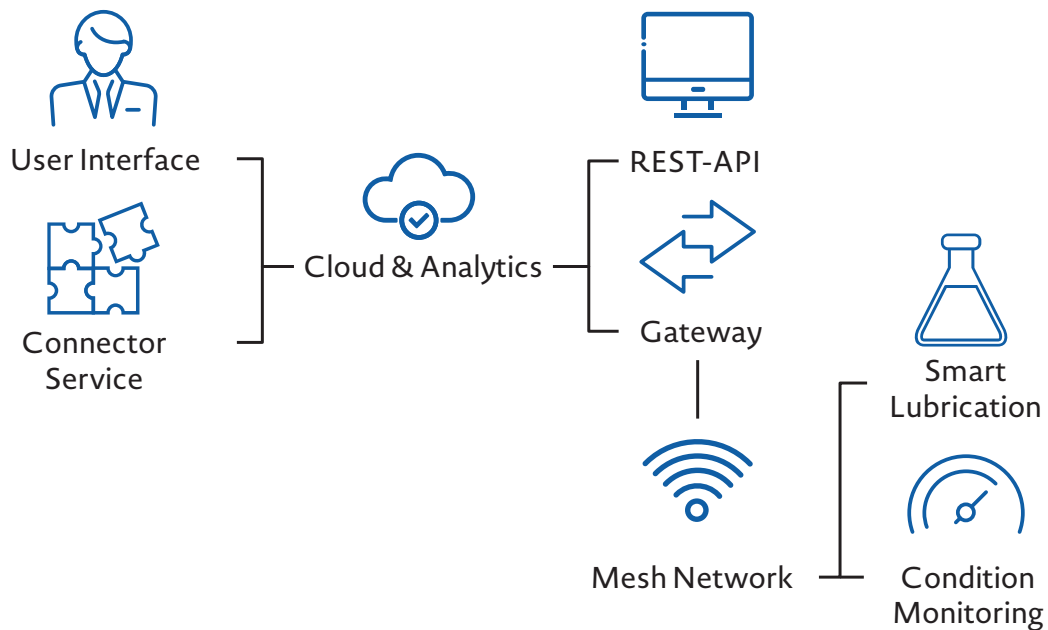


Bild 4: Komponenten des OPTIME-Condition-Monitoring-Systems von Schaeffler (eigene Darstellung i. A. a. SCHAEFFLER 2024<sup>2</sup>)

<sup>2</sup> <https://medias.schaeffler.de/de/monitor/optime-ecosystem> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)



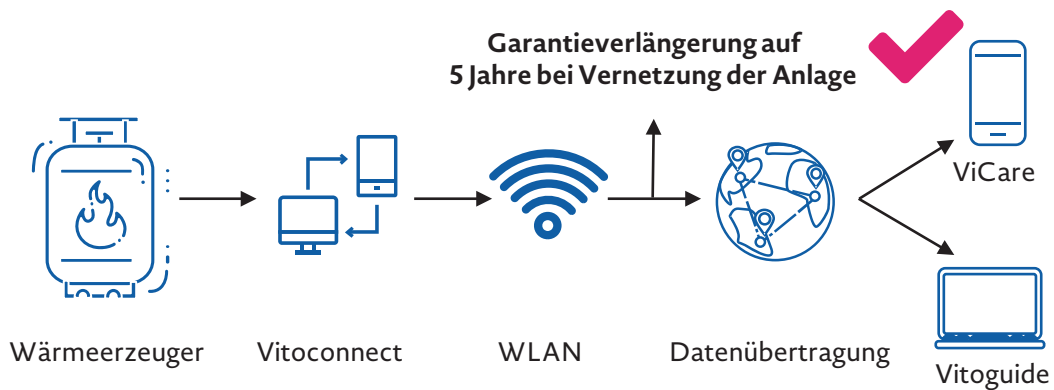


Bild 5: Garantieverlängerung bei vernetzten Anlagen bei Viessmann (VISSMANN 2024<sup>3</sup>)

Aus diesem Grund bietet die *Viessmann Climate Solutions SE*, ein Hersteller von Heiztechnikprodukten sowie Klima- und Kühlsystemen, für ausgewählte Wärmeerzeuger in ihrem Portfolio ein Programm an, bei dem Kunden für die Vernetzung einer Anlage eine Garantieverlängerung auf fünf Jahre erhalten. Hierzu bietet der Installateur bei Inbetriebnahme der Anlage direkt an, sie über WLAN zu vernetzen. Dies funktioniert über das Vitoconnect-Gateway. Dieses ist entweder bei neueren Modellreihen direkt in der Anlage integriert oder wird für ältere und günstigere Modelle als nachrüstbare Hardware angeboten.

Nach der Vernetzung bekommt der Kunde über die ViCare-App einen limitierten Leistungsumfang an digitalen Angeboten bereitgestellt und erhält neben der Garantieverlängerung einen zusätzlichen Wert für das Teilen seiner Daten. Gleichzeitig profitiert auch der Installateur, da er über seinen Zugang zur Vitoguide-Plattform nun den Zustand der Maschine stets einsehen kann. Bild 5 zeigt die wesentlichen Elemente des Programms.

<sup>3</sup> <https://www.viessmann.de/de/services/garantie/vicare.html> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

## 3.2 Service-Excellence

**B**ei der digitalen Transformation von Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus steht in der zweiten Stufe die Service-Excellence im Fokus. Nachdem die grundlegenden technologischen Voraussetzungen hinsichtlich der digitalen Vernetzung auf der ersten Stufe geschaffen wurden, zielt diese Stufe auf die Steigerung der Effizienz und Qualität der angebotenen, produktbegleitenden Services ab. Durch optimierte Serviceprozesse, ein proaktives und maßgeschneidertes Angebot und den Einsatz digitaler Technologien kann Kunden durch exzellente Servicequalität ein realer Mehrwert geboten werden (vgl. MONITOR DELOITTE 2020). Dies umfasst die Entwicklung effizienter Wartungsstrategien, die Bereitstellung von Remote-Support und die Nutzung von Datenanalysen zur prädiktiven Wartung. Diese Stufe bildet die Basis für das Angebot von digitalen Produkten in der nächsten Stufe der Transformation vom Produkt- zum Lösungsanbieter (s. STOJKOVSKI ET AL. 2022).

Wichtige Erfolgsfaktoren sind hierbei das Verständnis der eigenen Serviceprozesse, der Aufbau von Fähigkeiten zur Datenanalyse und die Befähigung zum Treffen datenbasierter Entscheidungen. Sind diese Faktoren erfüllt, trägt das nicht nur zur Steigerung der Kundenzufriedenheit und -bindung bei, sondern ermöglicht es auch, interne Kosten zu sparen und die eigenen begrenzten Ressourcen effizienter einzusetzen.

### Definition

Der Begriff Service-Excellence beschreibt die kundenorientierte Gestaltung und ressourceneffiziente Erbringung begeisternder Dienstleistungen, um langfristige, profitable Kundenbeziehungen zu fördern (s. BRUHN ET AL. 2007). Diese Exzellenz im Servicebereich ist eine umfassende Unternehmensstrategie, die sich durch alle Abteilungen und Prozesse zieht. Sie erfordert ein tiefes Verständnis der Kundenbedürfnisse und -erwartungen sowie eine proaktive Haltung in der Problemlösung (s. STADELMANN U. NEUREITER 2020). Wichti-

ges Element dieser Strategie ist die Nutzung von Datenanalyse-Tools zur Optimierung der Servicequalität und zur fundierten Entscheidungsfindung. Ebenso spielen die kontinuierliche Schulung und Entwicklung der Mitarbeitenden eine zentrale Rolle, um sicherzustellen, dass jeder Kundenkontakt von Exzellenz und Professionalität geprägt ist.

Durch die konsequente Umsetzung von Service-Excellence können Unternehmen nicht nur die Kundenzufriedenheit und -bindung erhöhen, sondern auch die Bereitschaft der Kunden, wiederholte Käufe zu tätigen, signifikant steigern (s. BELZ ET AL. 2020). Dies führt zu einer stabileren Umsatzbasis und einer stärkeren Marktposition. Letztlich dient Service-Excellence damit auch als Schlüssel zur Differenzierung auf dem Markt, indem sie überlegene Kundenerfahrungen bietet. Vor diesem Hintergrund kann ein begeisternder Service auch den Verkauf weiterer Maschinen anregen (s. GOUTHIER ET AL. 2007). Die zentralen Anforderungen an exzellenten Kundenservice sind darüber hinaus in der DIN SPEC 77224 definiert (siehe Bild 6, S. 17) (s. GOUTHIER ET AL. 2012).

### Herausforderungen

Unternehmen stehen vor der komplexen Aufgabe, ein tiefgreifendes Verständnis für die Bedürfnisse und Erwartungen ihrer Kunden zu entwickeln. Dies erfordert nicht nur eine genaue Analyse der Kundenanforderungen, sondern auch ein umfassendes Verständnis der internen und externen Serviceprozesse. Dieses Wissen ist notwendig, um potenzielle Engpässe frühzeitig zu erkennen und die Effizienz des Serviceangebots zu steigern. Dazu gehören die detaillierte Analyse und Optimierung bestehender Arbeitsabläufe sowie die klare Definition von Verantwortlichkeiten innerhalb des Unternehmens.

In vielen Unternehmen, insbesondere bei Maschinen- und Anlagenbauern, sind das Neugeschäft und das Servicegeschäft oft als se-

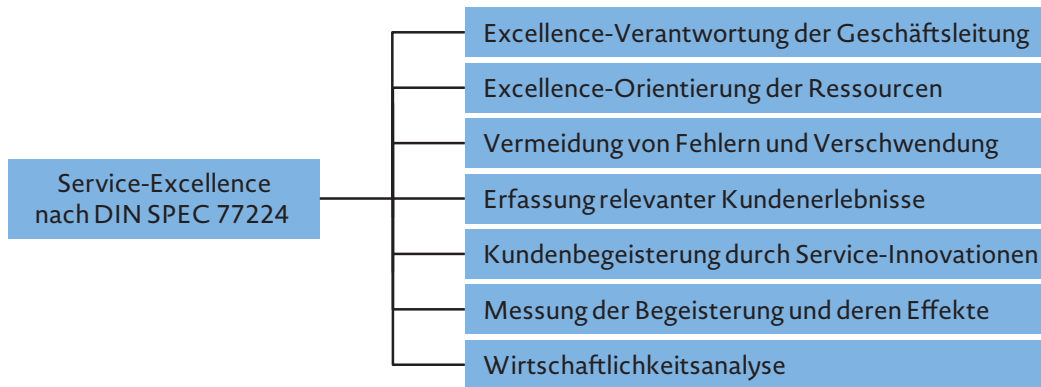


Bild 6: Komponenten der Service-Excellence gemäß der DIN SPEC 77224 (2011)

parate Geschäftseinheiten organisiert. Diese Trennung kann dazu führen, dass der Service als nachgelagerte Funktion betrachtet wird, die nicht vollständig in den Entwicklungsprozess eingebunden ist. Um jedoch Service-Excellence auf Basis Smarter Maschinen zu erreichen und eine Grundlage für digitale Produkte zu schaffen, sind eine integrale Betrachtung und Verzahnung der Entwicklungs- und Servicebereiche im Unternehmen unerlässlich.

Dafür ist die Entwicklung eines fundierten Verständnisses für die Rolle des Service als wesentlichem Treiber des Unternehmens essenziell. Nur so kann sichergestellt werden, dass alle Stakeholder die Stellung des Service begreifen und verinnerlichen. Eine geschickte interne Kommunikation über bevorstehende Transformationsprozesse ist dabei unerlässlich, um Transparenz zu schaffen und Mitarbeitende auf Veränderungen vorzubereiten.

Um im Bereich der digitalen Geschäftsmodelle erfolgreich zu sein, müssen Unternehmen moderne Datenanalyse-Tools effektiv einsetzen, was eine bedeutende Herausforderung darstellt. Diese Werkzeuge sind entscheidend, um eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu schaffen und präventive Wartungsstrategien zu entwickeln, die Ausfallzeiten zu minimieren und die Betriebseffizienz zu steigern. Es ist jedoch wichtig, zu erkennen, dass die reine Verfügbarkeit von

Echtzeitdaten kaum einen Mehrwert bietet. Der praktische Nutzen hängt stark davon ab, wie gut das Unternehmen in der Lage ist, diese Daten in seine Prozesse zu integrieren und darauf basierende Entscheidungen zeitnah umzusetzen. In der Praxis sind Echtzeitdaten oft nicht sofort verfügbar, und Unternehmen müssen sich daher auch auf asynchrone und punktuelle Datenanalysen verlassen können, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Deshalb besteht ein wesentlicher Aspekt dieser Herausforderung in der kontinuierlichen Weiterbildung der Servicetechniker und anderer relevanter Mitarbeitender. Um mit der technologischen Entwicklung Schritt zu halten und die Potenziale der Datenanalyse-Tools voll auszuschöpfen, müssen Unternehmen sicherstellen, dass ihr Personal stets auf dem neuesten Stand der Technik ist und über die erforderlichen Fähigkeiten verfügt, um qualitativ hochwertige Serviceleistungen zu erbringen. Dabei ist es entscheidend, dass nicht nur die Servicetechniker im Außendienst kontinuierlich qualifiziert werden, sondern auch die internen Supporteinheiten mit den notwendigen Kompetenzen und Werkzeugen ausgestattet werden. Eine gut organisierte interne Unterstützung spielt eine zentrale Rolle bei der Analyse von Daten, der Unterstützung der Außendienstmitarbeitenden und der Optimierung der Serviceprozesse.

Eine weitere Herausforderung liegt in der Optimierung der Ersatzteillogistik, um eine schnelle

Verfügbarkeit von Ersatzteilen zu gewährleisten. So können Ausfallzeiten reduziert und die Kundenzufriedenheit erhöht werden. Dabei spielen die präzise Prognose und Bedarfsermittlung eine entscheidende Rolle. Durch die Analyse von Betriebsdaten können Unternehmen den Bedarf an Ersatzteilen frühzeitig erkennen und gezielt planen.

Schließlich ist es eine Herausforderung, dass Unternehmen ihren Kunden die höchstmögliche Transparenz bieten. Dies umfasst detaillierte Informationen zu den Kosten, dem Umfang und den erwarteten Ergebnissen der Serviceleistungen. In diesem Zusammenhang ist es ebenfalls herausfordernd, das Serviceangebot hinreichend flexibel zu gestalten, um optimal auf die spezifischen Anforderungen und Wünsche des Kunden eingehen, aber gleichzeitig die Komplexität beherrschen zu können. Indem der Anbieter dem Kunden verschiedene Optionen und Anpassungsmöglichkeiten bietet, kann er ihm klar und offen darlegen, welche Leistungen im Detail erbracht werden und wie diese auf individuelle Anforderungen abgestimmt werden können. So erlangt der Kunde ein höheres Verständnis für die angebotenen Leistungen und kann fundierte Entscheidungen treffen.

## Erfolgsfaktoren

Um die zuvor beschriebenen Herausforderungen erfolgreich zu meistern, sind das aktive Einholen und Managen von Kundenfeedback entscheidend. Unternehmen sollten effektive Kommunikationskanäle einrichten, um regelmäßig Rückmeldungen zu erhalten. Dazu zählen sowohl direkte Hinweise der Kunden als auch der Servicetechniker, die nach einem Einsatz Vorschläge zur Verbesserung einreichen können. Diese Hinweise sollten systematisch und auswertbar erfasst werden. Die Daten können anschließend analysiert werden, um Muster und Trends zu erkennen, die auf Verbesserungspotenziale im Service hinweisen. Eine enge Zusammenarbeit zwischen den Service-Teams und der Management-Ebene ist notwendig,

damit die gewonnenen Erkenntnisse in konkrete Verbesserungsmaßnahmen umgesetzt werden können. Das Konzept "Design to Service" ist dabei besonders wertvoll. Es stellt sicher, dass Feedback und Anforderungen aus dem Servicebereich in die Produktentwicklung einfließen, um Produkte zu gestalten, die einfacher zu warten und zu reparieren sind. Dabei kann der Service bereits in der Entwicklung den späteren Bedarf an Daten und Analysen kommunizieren, sodass diese in der Produktentwicklung berücksichtigt werden. Indem Servicetechniker regelmäßig und strukturiert ihre Erfahrungen an die Entwicklung weitergeben, können Entwickler die Maschinen gezielt weiterentwickeln, sodass Wartungs-, Reparatur- und Upgrademöglichkeiten schon im Designprozess berücksichtigt werden. Dies führt zu Maschinen, die robuster sind und im Bedarfsfall schneller gewartet oder durch modulare Erweiterungen verbessert werden können, was die Kundenzufriedenheit erhöht und die Kundenbindung stärkt.

Ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Verbesserung von Serviceleistungen in Unternehmen ist die Optimierung der internen Serviceprozesse. Eine sorgfältige Analyse dieser Prozesse ermöglicht es, klare Strukturen zu schaffen, die die Verantwortlichkeiten aller Mitarbeitenden präzise festlegen. Diese klar geregelten Verantwortlichkeiten tragen dazu bei, dass die Abläufe im Service effizienter gestaltet werden. Wenn Mitarbeitende genau wissen, welche Aufgaben und Verantwortlichkeiten sie haben, erhöht das nicht nur die Effizienz, sondern auch ihre Motivation und Zufriedenheit. Dazu zählt ebenfalls die Verankerung einer serviceorientierten Denkweise in der gesamten Unternehmenskultur. Bei erfolgreichen Unternehmen durchdringt diese Denkweise alle Ebenen des Unternehmens. Mitarbeitende sollten sich in ihrem jeweiligen Aufgabenbereich befähigt fühlen, aktiv zur digitalen Transformation beizutragen. Dies erfordert nicht nur gezielte Schulungen und Weiterbildungen, sondern auch eine Führungskultur, die serviceorientiertes Handeln fördert und wertschätzt. Wenn Mitarbeitende das Gefühl haben, dass ihre Beiträge zur Verbesserung der Service-

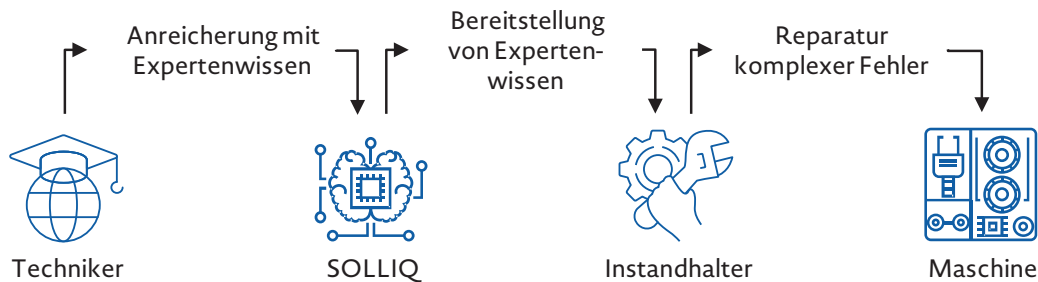


Bild 7: SOLLIQ als Vermittler von Wissen zwischen Techniker und Instandhalter (FINDIQ 2024<sup>4</sup>)

qualität geschätzt werden und sie Teil eines größeren Unternehmensziels sind, steigert dies ihr Engagement und ihre Loyalität.

Abschließend ist ein effizientes Management der Ersatzteillogistik von hoher Bedeutung für einen herausragenden Service. Eine gut organisierte Logistik stellt sicher, dass benötigte Ersatzteile schnell zur Verfügung stehen, wodurch Ausfallzeiten erheblich verkürzt werden können. Dies ist besonders wichtig, da Stillstände von prozesskritischen Maschinen hohe Kosten verursachen. Zudem hilft ein effizienter Umgang mit Ersatzteilen, unnötige Lagerbestände zu vermeiden und Kosten zu senken, was sowohl für das Unternehmen als auch für die Kunden von Vorteil ist.

## Praxisbeispiele

Die Sollich KG, ein Hersteller von Sondermaschinen für die Schokoladen- und Süßwarenindustrie, nutzt eine digitale Lösung, um den Herausforderungen im Servicebereich effektiv zu begegnen. Das Unternehmen sieht sich mit unerwarteten Produktionsstopps konfrontiert. Um diese zukünftig zu vermeiden, benutzt das Unternehmen die Software SOLLIQ, bei der es sich um eine gemeinsame Entwicklung mit dem Softwarehersteller FINDIQ GmbH handelt. Die Software integriert Wissensmanagement und Assistenzsysteme für den Maschinenservice

intelligent zu einer Lösung. Sie digitalisiert das Wissen erfahrener Techniker und macht es für alle Mitarbeitenden zugänglich. Das Wissen ist mit einer Diagnose-KI verknüpft, welche nach Schilderung des Problems durch den Nutzer komplexe Fehler erkennt und klassifiziert. Eine Produktionsanlage wird dafür in mehrere Module unterteilt. Aufbauend auf dieser Einordnung bietet die Software dem Techniker eine detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Lösung des identifizierten Problems an. Damit werden sowohl neue Mitarbeitende besser unterstützt als auch allgemeine, schwankende Leistungsniveaus ausgeglichen.

Neben der Integration in die internen Serviceabläufe wird die Software auch in die herstellerübergreifende digitale Plattform SweetConnect integriert. So kann auch von Kundenmitarbeitenden vor Ort auf das Wissen zugegriffen werden. Diese können damit selbstständig Probleme diagnostizieren und beheben, ohne dass auf die Serviceexperten des Herstellers gewartet werden muss. Produktionsausfälle können so nicht nur schneller behoben, sondern oft sogar vermieden werden, was sowohl die Betriebskosten senkt als auch die Maschinenverfügbarkeit maximiert. SOLLIQ zeigt damit, wie digitale Technologien dazu beitragen können, Serviceprozesse zu optimieren und das Serviceangebot eines Unternehmens auf ein neues Niveau zu heben (siehe Bild 7).

<sup>4</sup> <https://findiq.de/referenzen/sollich-kg> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

Ein weiteres Beispiel für Service-Excellence liefert die Rittal GmbH & Co. KG, ein Produzent im Bereich der Schaltschränke, Stromverteilung, Klimatisierung und IT-Infrastruktur. Mit dem Rittal Smart Service will das Unternehmen maximale Verfügbarkeit durch vorausschauende Instandhaltung liefern und die Kunden so begeistern. Dafür wird das Geräteverhalten visualisiert, um per Fernüberwachung Wartungsbedarfe zu ermitteln. Dabei werden kritische Fehler frühzeitig erkannt und mittels datenbasierter Fehlerdiagnose schnell behoben. Die Komponenten des Rittal Smart Service sind in Bild 8 dargestellt.

Über das IoT-Interface gelangen die Daten der Maschine in eine zertifizierte Cloud in Deutschland. Mit dem Know-how von Rittal erfolgen dann Datenanalysen mit Intelligenten Algorithmen, die die Basis für eine vorausschauende Wartung bilden. Im Smart-Service-Portal hat der Betreiber selbst Zugriff auf die Betriebsdaten und eine Übersicht über seine Assets. Aktuelle Meldungen mit Handlungsempfehlungen erhält

er auch über das Portal. Gleichzeitig findet das ständige Monitoring der Geräte durch die Rittal-Service-Experten in Echtzeit statt. Ferndiagnosen können mit dem Rittal-Know-how gestellt werden und situationsbezogen über optimale Maßnahmen beraten werden. Das Einleiten von Servicemaßnahmen kann dann automatisiert abgewickelt werden und benötigte Ersatzteile direkt identifiziert werden. Die Servicetechniker können somit bedarfsgesteuert reagieren und die Störungen schnell und effizient beheben.

Diese proaktive Herangehensweise ist ein Schlüsselement der Service-Excellence. Rittal kann durch die frühzeitige Erkennung von potenziellen Problemen nicht nur die Ausfallzeiten minimieren, sondern auch die Lebensdauer der Maschinen verlängern. Kosten für ungeplante Wartungen werden vermieden und sollte es zum Einsatz eines Servicetechnikers kommen, ist der Fehler vorqualifiziert, womit die Wahrscheinlichkeit einer direkt erfolgreichen Reparatur zunimmt.

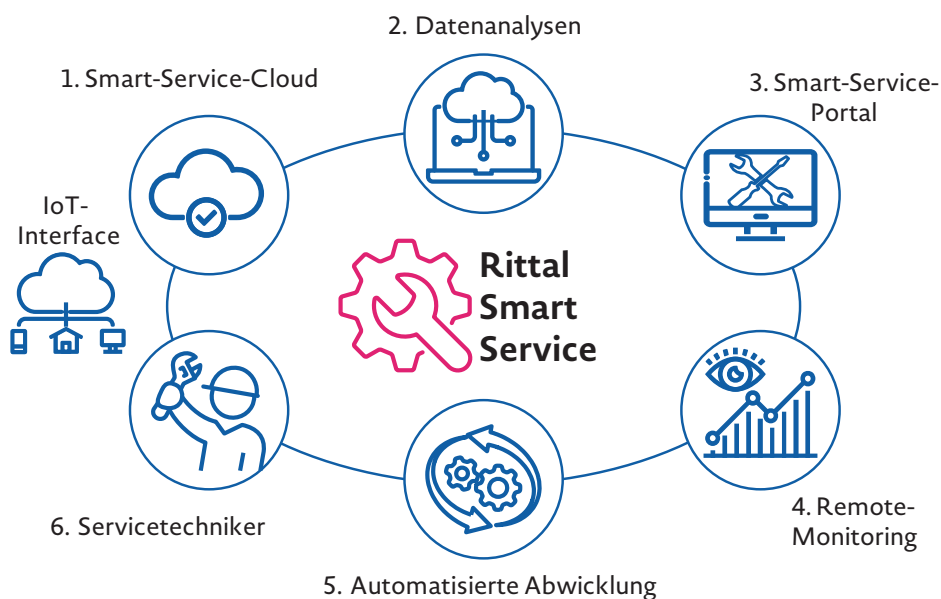


Bild 8: Komponenten des Rittal Smart Service (RITTAL 2024, S. 15)

## 3.3 Digitale Produkte

**D**igitale Produkte als dritte Stufe der Transformation zum Intelligenten Lösungsanbieter ermöglichen es Maschinen- und Anlagenbauern, zusätzliches Umsatzpotenzial unabhängig vom klassischen Produkt- oder Servicegeschäft zu erschließen. Nachdem die Grundlagen durch Smarte Maschinen und Anlagen sowie die Optimierung der Serviceleistungen geschaffen wurden, zielen digitale Produkte darauf ab, den Funktionsumfang bestehender physischer Produkte zu erweitern und zu optimieren. Digitale Produkte sind somit eigenständige Leistungen, die den Kunden einen zusätzlichen Mehrwert bieten und unabhängig von der Maschine angeboten werden können. Dies umfasst z. B. Softwarelösungen zur Optimierung der Produktion oder zur Steigerung der Qualität (s. DISPAN 2021).

Der erhoffte Markterfolg blieb jedoch bisher größtenteils aus. Die Entwicklungen waren dabei häufig durch die technologische Machbarkeit getrieben und nicht durch die Kundenbedürfnisse und konnten dadurch keine ausreichenden Mehrwerte erzeugen (s. GRÖNDAHL 2023). Außerdem ist der Vertrieb häufig noch nicht bereit dafür, die immateriellen digitalen Lösungen zu vertreiben und die Mehrwerte verständlich aufzuzeigen. Vertriebsmitarbeitende sollten deswegen umfassend geschult werden und die nötigen Werkzeuge erhalten, um den Mehrwert digitaler Produkte effektiv zu kommunizieren (s. LENTES U. DANGELMAIER 2013).

Für den Erfolg digitaler Produkte ist somit ein umfassendes Verständnis der Kunden, ihrer Systeme und der Prozesse nötig, da dies die Entwicklung nahtlos integrierbarer und effizienter Lösungen ermöglicht, die tatsächliche Mehrwerte bieten. Dies erfordert die frühzeitige Einbindung der Kunden und die Identifikation aller relevanten Stakeholder sowie das Wissen aus bisherigen Bemühungen der anderen Stufen. Agilität in der Entwicklung durch iterative Ansätze und schnelle Umsetzung von Feedback sind ebenso wichtig (s. SCHUH ET AL. 2020). Die Preisgestaltung für die digitalen Produkte sollte auf dem wahrgenom-

menen Kundennutzen basieren, während verschiedene Preismodelle und Testprogramme die Kaufbereitschaft erhöhen können.

### Definition

Digitale Produkte sind eigenständige oder kombinierte digitale Dienstleistungen und Softwareapplikationen, die ein spezifisches Nutzenversprechen für den Kunden bieten. Sie bestehen aus digital gespeicherten Informationen, die entweder on-Premises oder über Online-Systeme verfügbar gemacht werden. Die Wertsteigerung entsteht z. B. durch eine Erweiterung des Funktionsumfangs oder eine Steigerung der Verfügbarkeit der physischen Maschine (s. SCHUH ET AL. 2023). Digitale Produkte in Form von Plattformen integrieren Funktionen für verschiedene Maschinen.

Um erfolgreich zu sein, müssen digitale Produkte nicht nur effizient sein, sondern auch eine ansprechende und intuitive User-Experience bieten. Faktoren wie Benutzerfreundlichkeit, Ästhetik und Interaktivität verbessern das Erlebnis, schaffen jedoch noch keine Mehrwerte (s. NYLÉN U. HOLMSTRÖM 2015). Diese entstehen durch die Ausgabe von Handlungsempfehlungen, die sich aus der Analyse der erfassten Daten und deren Einordnung in den Produktionskontext ergeben (s. HAGENHOFF ET AL. 2007).

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass ein digitales Produkt ein eigenständiges Leistungsbündel darstellt, welches einen klar definierten Mehrwert bietet, ein separates Preismodell besitzt und unabhängig von der Maschine erworben werden kann. In Bild 9 sind die wesentlichen Merkmale zusammengefasst.

### Herausforderungen

Viele Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus haben bereits digitale Produkte entwickelt, doch der erhoffte Markterfolg blieb häufig aus. Ein wesentlicher Grund dafür ist,



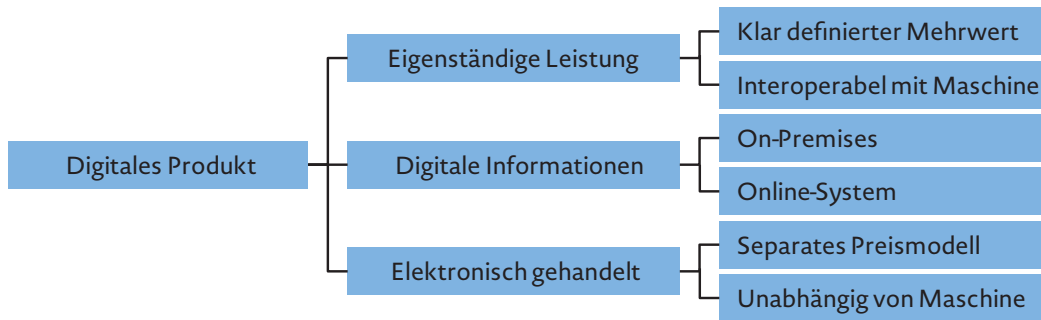


Bild 9: Eigenschaften digitaler Produkte (eigene Darstellung)

dass Ideen für digitale Produkte oft aus den F&E-Abteilungen kommen, die sich am technologisch Möglichen orientieren. Die in der Entwicklung oft angewandten Wasserfall- bzw. Stage-Gate-Modelle sind typischerweise wenig agil und sind meist darauf ausgelegt, den Kunden erst spät in den Entwicklungsprozess einzubeziehen. Dies führt dazu, dass lange entwickelt wird, bevor das erste Mal mit dem Kunden über das digitale Produkt gesprochen wird. Oft wird zu diesem Zeitpunkt festgestellt, dass der erhoffte Nutzen für den Kunden nicht so groß sein wird wie erwartet oder sogar verfehlt wird. Auch kann das Leistungsangebot zu komplex sein, sodass der Kunde den Mehrwert nicht nachvollziehen kann.

Häufig scheitert auch der Vertrieb der digitalen Produkte. Im traditionellen Maschinenvertrieb liegt der Fokus verstärkt auf materiellen Eigenschaften und Funktionen, sodass die Erfahrung in der Vermittlung des Werts eines nicht greifbaren digitalen Produkts fehlt. Zudem entstehen durch das noch nicht hinreichend ausgeprägte Verständnis der digitalen Technik Unsicherheiten und Ängste vor Rückfragen. Oftmals wird der Wert der digitalen Lösung im Vergleich zur Maschine als geringer eingeschätzt. Dazu kommt eine fehlgeleitete Anreizstruktur, die klassische umsatzorientierte Ansätze verfolgt und den Verkauf von digitalen Services und Produkten nicht hinreichend oder gar nicht berücksichtigt. Die Herausforderung ist folglich, dass der strategische Vorteil unzureichend

aufgezeigt wird, die digitalen Produkte im Vertriebsgespräch als kostenloses Add-on zur Maschine hinzugefügt oder gar nicht erst erwähnt werden. Die Aufgabe besteht somit darin, einen schlagkräftigen Digitalvertrieb im Unternehmen zu etablieren. Um Vertriebsmitarbeitende für den Verkauf digitaler Produkte zu befähigen, sollten diese umfassend geschult werden, um technologische Aspekte und den Mehrwert digitaler Produkte effektiv kommunizieren zu können. Hierbei ist es wichtiger, Vertrauen in die digitalen Produkte aufzubauen, als jede technische Kleinigkeit verstanden zu haben.

Im Zusammenhang mit dem Vertrieb haben Unternehmen auch oft Schwierigkeiten bei der Bepreisung ihrer digitalen Produkte. Aufgrund der Natur und der Komplexität von digitalen Dienstleistungen ist es nur bedingt möglich, eine traditionelle kostenbasierte Bepreisung durchzuführen. Stattdessen sollte die Bepreisung auf Basis des vom Kunden wahrgenommenen Nutzens stattfinden, um das Umsatzpotenzial von digitalen Produkten zu maximieren (s. SCHUH ET AL. 2022).

## Erfolgsfaktoren

Um die zuvor beschriebenen Herausforderungen bei der Entwicklung digitaler Produkte erfolgreich zu meistern, hilft die Fokussierung einiger wesentlicher Erfolgsfaktoren. Diese betreffen hauptsächlich die Identifikation der



Stakeholder, Agilität in der Entwicklung sowie die Themen Pricing und Vertrieb.

Die Identifikation und Einbindung aller relevanten Stakeholder, sowohl der Nutzer als auch der Entscheidungsträger, ist notwendig, um maßgeschneiderte Lösungen mit hohem Kundennutzen zu entwickeln. Deshalb ist es wichtig, die Kunden von Anfang an in den Entwicklungsprozess einzubeziehen, um die tatsächlichen Bedürfnisse und Herausforderungen der Nutzer besser zu verstehen. Zusätzlich ist es ratsam, bei der Entwicklung digitaler Produkte sehr eng mit dem Service sowie dem Vertrieb zusammenzuarbeiten, weil diese die engsten Schnittstellen zum Kunden haben. Der Service kann dabei entlang des Kundenlebenszyklus an verschiedenen Touchpoints systematisch Feedback sammeln, welches zur Entwicklung von digitalen Produkten eingesetzt werden können.

Agilität in der Entwicklung ist ein weiterer kritischer Erfolgsfaktor, um schnell auf sich ändernde Marktanforderungen und Kundenbedürfnisse reagieren zu können. Durch iterative Ansätze und kurze Entwicklungszyklen kann das Produkt schrittweise verbessert und an sich wandelnde Kundenbedürfnisse angepasst werden. Kurze und schnelle Iterationen sind hier wichtiger als Perfektionismus. Unternehmen sollten sich deshalb auf das Minimum-Viable-Product-Konzept (MVP) konzentrieren. Hierbei handelt es sich um eine Entwicklungsstrategie, bei der ein Unternehmen zunächst ein minimales Produkt entwickelt und auf den Markt bringt, welches lediglich die Kernfunktionalitäten erfüllt. Eine breite Datenaggregation über verschiedene Quellen und Touchpoints entlang des gesamten Kundenlebenszyklus sorgt für die systematische und kostengünstige Erfassung und Nutzung von Kundenfeedback, welches zur iterativen Entwicklung des Produkts verwendet werden kann. Die enge Zusammenarbeit mit dem Kunden während der Entwicklungsphasen und die schnelle Umsetzung von Feedback ermöglichen es, Produkte zu entwickeln, die den Anforderungen der Kunden besser entsprechen. Es muss außerdem nicht alles von Grund auf neu entwi-

ckelt werden. Oft ist es effizienter, bestehende Lösungen zu prüfen, zu adaptieren und bei Bedarf zu integrieren.

Auf Kundenseite sind im Kontext digitaler Produkte oft andere Stakeholder involviert, die andere Anforderungen und Erwartungen haben als diejenigen, die für den Kauf physischer Maschinen verantwortlich sind. Diese unterschiedlichen Interessen müssen berücksichtigt werden, um digitale Produkte erfolgreich zu vermarkten und zu verkaufen. Das Pricing spielt dabei eine zentrale Rolle für den Markterfolg digitaler Produkte. Anstatt sich an traditionellen Kostenmodellen zu orientieren, sollte die Preisgestaltung digitaler Produkte auf dem wahrgenommenen Nutzen für den Kunden basieren. Dies bedeutet, dass der Preis die tatsächlichen Verbesserungen in Effizienz, Produktivität oder Kosteneinsparungen widerspiegeln sollte. Das Leistungsangebot sollte deshalb verständlich gestaltet sein, sowohl für den Kunden als auch für den Vertrieb. Ein klares und einfaches Angebot erleichtert die Kommunikation und Akzeptanz der Produkte. Verschiedene Preismodelle wie zeitlich beschränkte Zugänge, nutzungsabhängige Bepreisung oder die Zahlung einmaliger Lizenzgebühren ermöglichen es Kunden, das Modell zu wählen, das am besten zu ihren finanziellen und betrieblichen Anforderungen passt. Test- oder Pilotprogramme, die es Kunden ermöglichen, das digitale Produkt vor dem endgültigen Kauf zu erproben, sind häufig gewählte Mittel, um die Kaufbereitschaft zu erhöhen, da Kunden den Mehrwert vorab erleben können.

Um digitale Produkte nicht nur angemessen zu bepreisen, sondern auch gezielt zu vertreiben, setzen erfolgreiche Unternehmen auf die Verwendung von Vertriebs-Playbooks. Diese können den Vertriebsmitarbeitenden helfen, den praktischen Nutzen digitaler Produkte für potenzielle Kunden im Vertriebsgespräch zu verdeutlichen, indem sie klare und überzeugende Argumentationen sowie Fallstudien und Erfolgsbeispiele bereithalten. Vor allem Bestandskunden eignen sich dabei für Cross-Selling, indem

digitale Produkte zusätzlich zu den physischen Maschinen vertrieben werden. Die Anreize und Zielsetzungen für den Vertrieb sollten dabei spezifisch auf die Merkmale digitaler Produkte abgestimmt werden, weil beispielsweise der Umsatz im Vergleich zu einem Maschinenverkauf deutlich geringer ausfällt. Dabei kann das Unternehmen verschiedene monetäre und nichtmonetäre Anreize setzen, um das Verhalten der Vertriebsmitarbeitenden in die gewünschte Richtung zu lenken und dabei den strategischen Wert digitaler Produkte unterstreichen.

## Praxisbeispiele

Die KUKA AG, ein führender Anbieter von Robotik- und Automatisierungslösungen, hat eine Vielzahl digitaler Produkte entwickelt, die den gesamten Lebenszyklus der Anlagen unter-

stützen. Diese reichen von der Simulation von Anlagen und Robotern über die Überwachung und individuelle Datenauswertung bis hin zur Optimierung und den Support.

Um ein hochwertiges und nahtloses Kundenerlebnis zu gewährleisten, hat KUKA das digitale Kundenportal my.KUKA entwickelt. In diesem Kundenportal wurde auch der Online-Shop „my.KUKA Marketplace“ integriert, welcher einen Überblick über alle Produkte und Services von KUKA gibt. So können Kunden einfach und bequem neue und gebrauchte Roboter sowie Ersatzteile kaufen. Sie haben aber ebenso Zugang zu technischen Daten, können Hard- und Software-Produkte bestellen, Lizenzen und Supportanfragen verwalten und die cloudbasierten Plattformen nutzen. Um die Kunden von den Vorteilen der digitalen Produkte zu überzeugen, bietet KUKA über das

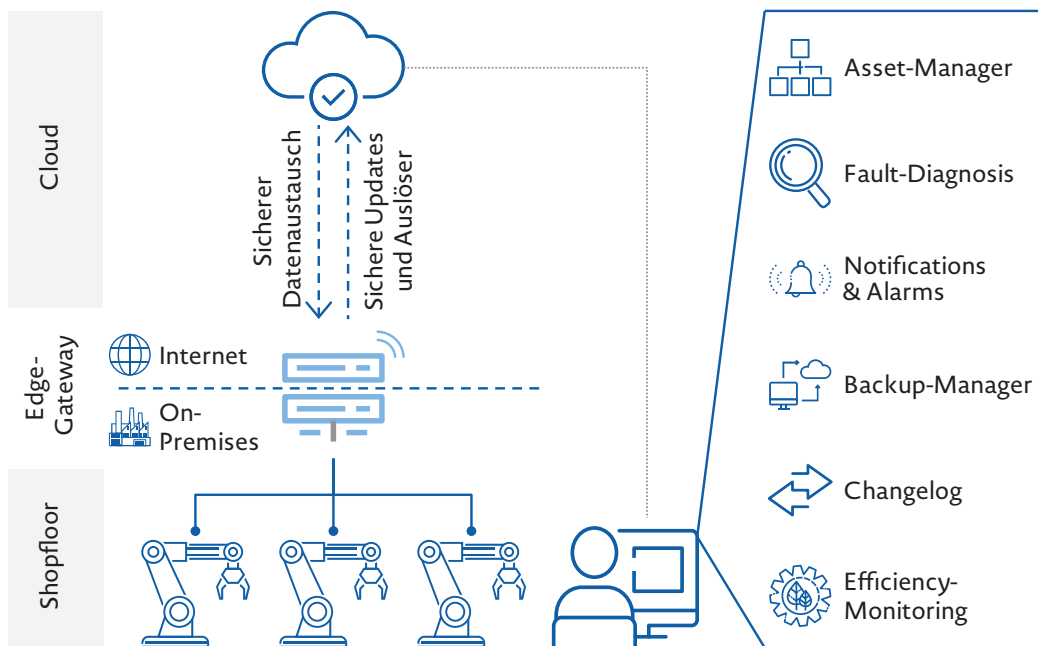


Bild 10: Cloud-Software erlaubt es, die Produktion zu digitalisieren und zu optimieren (eigene Darstellung i. A. a. KUKA 2022<sup>5</sup>)

<sup>5</sup> <https://www.kuka.com/de-de/future-production/industrie-4-0/digitale-services> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

Kundenportal auch kostenlose Testversionen an, die einfach zu nutzen sind. Bild 10 (S. 24) zeigt die wesentlichen Elemente des Kundenportals my.KUKA.

Dieser Self-Service-Ansatz entlastet das Sales-Team von KUKA erheblich, da Kunden viele ihrer Anliegen selbstständig über das my.KUKA-Portal lösen können. Dies führt nicht nur zu einer schnelleren Zielerreichung für die Kunden, sondern ermöglicht es dem Vertriebsteam, sich auf komplexere Aufgaben und die Betreuung von Großkunden zu konzentrieren.

Ein weiteres Beispiel für erfolgreiche digitale Geschäftsmodelle ergibt sich aus der seit Juli 2024 geltenden Verpflichtung für Hersteller von LKW-Trailern, ein automatisiertes Reifendruckkontrollsystem (RDKS) zu integrieren (vgl. UN-ECE-Regelung Nr. 141, 2.7). Die

Schmitz Cargobull AG, ein führender Hersteller von Trailerfahrzeugen, hat die geänderten gesetzlichen Bedingungen zum Anlass genommen, das eigene digitale Lösungsangebot zu erweitern (siehe Bild 11). So stattet das Unternehmen bereits seit 2018 neue Auflieger serienmäßig ab Werk mit dem Telematiksystem TrailerConnect aus. So können die Funktionalitäten des RDKS unkompliziert in das bestehende Serviceangebot eingebunden werden. Als zusätzliche Funktion werden Fahrer und Disponenten nun automatisch per Echtzeitüberwachung bei plötzlichem oder schleichendem Druckverlust oder Überdruck informiert. Die Funktion sowie die Nachrüstung des RDKS werden in bestehende Serviceverträge eingebunden.

Ein weiteres Beispiel sind die strengen Temperaturvorschriften in der pharmazeutischen Industrie für den Transport von Arzneimittel-

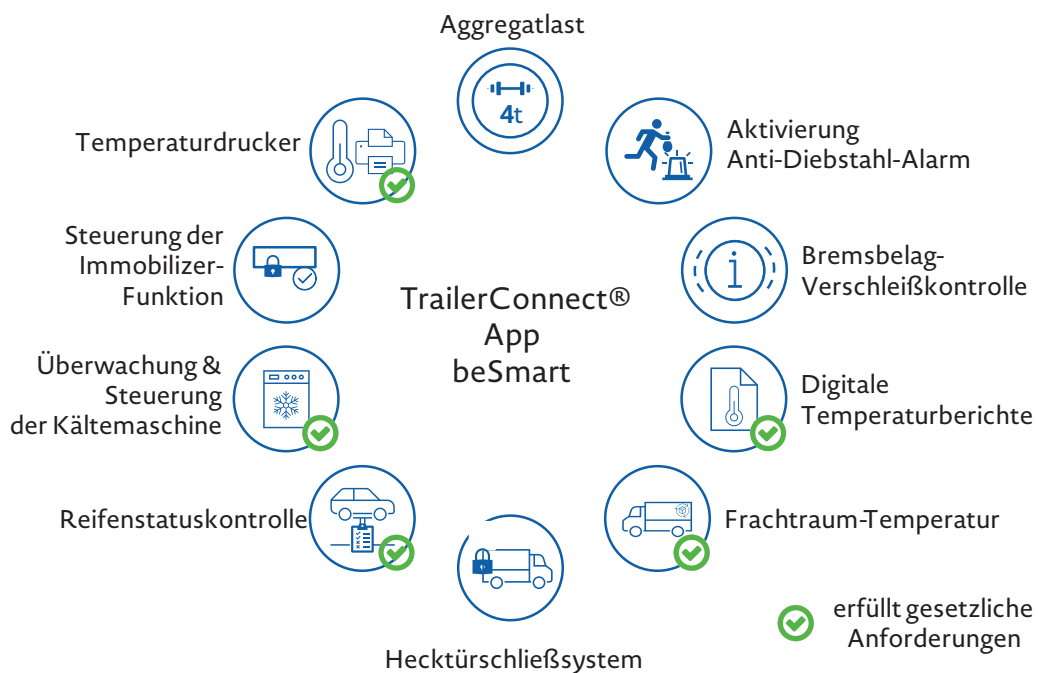


Bild 11: Digitale Produkte, die gesetzliche Vorgaben erfüllen (eigene Darstellung i. A. a. CARGOBULL 2024<sup>6</sup>)

<sup>6</sup> <https://www.cargobull.com/de/services/data-services/apps> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

keln. Auch hier hat *Schmitz Cargobull* entsprechende digitale Produkte zur Überwachung und zum Nachweis der Kühlkette entwickelt. Neben der Überwachung und Steuerung der Kältemaschine wird die Frachtraumtemperatur kontinuierlich überwacht und in digitalen Temperaturberichten festgehalten. Bei Bedarf kann der Nachweis über den sogenannten Temperaturdrucker direkt ausgedruckt werden. Diese Beispiele zeigen, wie das Unternehmen sich verändernde gesetzliche Rahmenbedingungen als Chancen wahrnimmt, um das eigene Leistungsportfolio zu erweitern.

## Gemeinsame Entwicklung

Interoperabilität und gemeinsame Entwicklung sind entscheidend für den Übergang vom Produkt- zum Lösungsanbieter. Plattformen ermöglichen die Skalierung digitaler Produkte und stellen selbst eigenständige digitale Produkte dar. Die damit verbundenen Herausforderungen und Komplexitäten werden im Folgenden anhand von zwei Praxisbeispielen erläutert.

Ein gutes Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit verschiedener Hersteller für ein digitales Produkt ist die Plattform *SweetConnect* (siehe Bild 12). Diese IIoT-Plattform

wurde von den Maschinenherstellern für die Süßwarenindustrie, nämlich *Theegarten-Pactec*, *Sollich*, *Winkler* und *Dünnebier*, *OKA-Spezialmaschinenfabrik* und *Chocotech*, initiiert. Ziel war es, Produktionsdaten zentral zu bündeln, Prozesse zu überwachen und die Anlageneffizienz über die gesamte Prozesskette zu steigern. Die Plattform ermöglicht es Bedienern beispielsweise, über QR-Codes an Maschinen sofort auf Dokumentationen und Best Practices zu Fehlermeldungen zuzugreifen. Ein angeschlossener digitaler Ersatzteilkatalog und Shop erleichtern die Beschaffung von Ersatz- und Verschleißteilen. Zusätzlich bieten Tools wie ein integrierter, linienübergreifender Wartungsmanager und datenbasierte Optimierungs-Apps der Maschinenhersteller Möglichkeiten zur nachhaltigen Optimierung des Anlagenbetriebs.

*SweetConnect* verfügt über eine moderne IT-Infrastruktur mit deutschen Servern zur Gewährleistung der Datensicherheit, offene Schnittstellen (OPC UA & MQTT) und eine Gateway-Lösung zur Maschinenanbindung. Die Plattform ist im Sinne der Sharing-Economy offen für weitere Unternehmen, die sich beteiligen möchten. Sie fördert den Austausch von Know-how und vereint alle Anwendungen unter einem einheitlichen Standard, um eine vernetzte und effiziente Produktion in der Süßwarenindustrie zu unterstützen.



Bild 12: Vorteile für Maschinenhersteller und Betreiber (eigene Darstellung i. A. a. SWEET CONNECT 2024<sup>7</sup>)

<sup>7</sup> <https://sweetconnect.io/about/> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

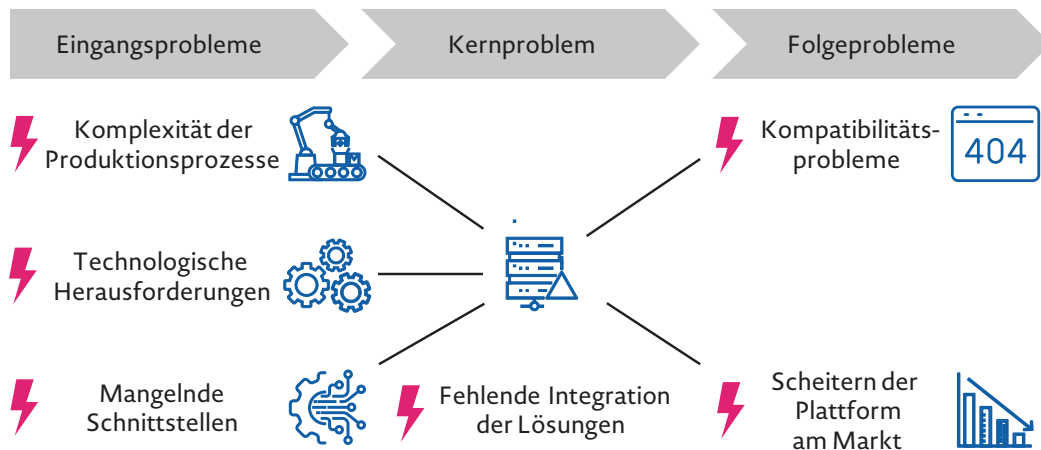


Bild 13: Beispiel einer Plattformentwicklung (eigene Darstellung)

## Lessons learned

Digitale Plattformen sind in vielen Fällen prädestiniert für eine erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, jedoch sind nicht alle Projekte dieser Art nachhaltig erfolgreich. Vor einigen Jahren gründete ein Konsortium etablierter Unternehmen einen digitalen Marktplatz. Die Idee war es, produzierenden Unternehmen eine Plattform zu bieten, auf der sie digitale Produkte verschiedener Anbieter finden, testen und kaufen können, um die Schritte in Richtung Industrie 4.0 zu erleichtern. Obwohl das Konzept vielversprechend war und zahlreiche Anbieter ihre digitalen Produkte auf der Plattform platzierten, wurde der Betrieb nach nur wenigen Jahren im Jahr 2023 eingestellt, da sich die Plattform am Markt nicht durchsetzen konnte.

Kunden sollten über die Plattform unkompliziert Lösungen zur Digitalisierung ihrer komplexen Produktionssysteme einkaufen können. Das Problem war jedoch, dass diese Komplexität auch technisch anspruchsvolle und vor allem miteinander vernetzte digitale Produkte erfordert. Solche Anwendungen müssen zudem häufig an bestehende Systemlandschaften angebunden werden. Das unterscheidet sie

grundlegend von klassischen Smartphone- oder Online-Apps, die meist autark funktionieren. Diese Anbindungen und Schnittstellen schnell, reibungslos und stabil zu gestalten, war eine enorme technologische Herausforderung. Erschwerend kam hinzu, dass die Lösungen der verschiedenen Hersteller kaum Schnittstellen zueinander hatten, also nicht ineinander integrierbar waren. Für die Lösung komplexer Fertigungsprobleme ist jedoch eine hohe Datendurchgängigkeit zwischen unterschiedlichen Lösungen entscheidend.

So lösten einzelne digitale Produkte zwar spezifische Probleme, schufen aber an anderer Stelle neue, da die Lösungen ohne zusätzliche Schnittstellenentwicklungen nicht interagieren konnten. In diesem Fall stand die Idee der Einfachheit und Unverbindlichkeit einer Plattform im Widerspruch zum Bedürfnis nach durchgehenden Lösungen für einen komplexen Produktionsbetrieb. Nur wenn die Datendurchgängigkeit durch die Integrierbarkeit verschiedener Produkte einer Plattform gewährleistet ist, entsteht ein echter Anwendernutzen. Bild 13 visualisiert die wesentlichen Gründe für das Scheitern der Plattform.

## 3.4 Subskriptionsgeschäft

Die vierte Stufe der digitalen Transformation stellt das Subskriptionsgeschäft dar. Charakteristisch für das Subskriptionsgeschäft ist die Zusammenführung der vorangegangenen Transformationsstufen mit dem Ziel, ein neues, partizipatives Geschäftsmodell zu schaffen. Im Zentrum steht die zunehmende Integration eines Anbieters in die Wertschöpfungsprozesse seines Kunden mit dem Ziel, auch in gesättigten Märkten durch eine hohe Kundenbindung weitere Umsätze zu generieren. Durch diese Integration bildet sich ein starkes Wirtschaftssystem, bei dem der Anbieter Eigentümer des jeweils betrachteten Assets bleibt und es dem Kunden gegen eine wiederkehrende Zahlung zur Verfügung stellt.

Der Anbieter partizipiert bei diesem Geschäftsmodell somit unmittelbar am Einsatz des subskribierten Assets und damit am Unternehmenserfolg des Kunden. In Abgrenzung zu den herkömmlichen Ansätzen erfolgt beim Subskriptionsgeschäft eine Gleichrichtung der Interessen und Ziele, da der Anbieter von einem langfristig fehlerfreien und effizienten Einsatz des Assets profitiert.

### Definition

Das Subskriptionsgeschäft basiert auf der integrierten Leistungsbündelung von physischen Produkten, Services und Digitalprodukten, die es dem Anbieter ermöglichen, Risiken aus dem Betrieb des Assets zu übernehmen. In Abhängigkeit von den übertragenen Risiken werden vier Arten von Subskriptionsgeschäften unterschieden (siehe Bild 14). Im verfügbarkeitsorientierten Modell wird dem Kunden eine bestimmte, vorher individuell vereinbarte Zeit garantiert, in der das Asset dem Kunden mindestens zur Verfügung steht. Gleichzeitig wird das Risiko des Investments reduziert, da die Kosten wie bei einer Mobilfunk-Flatrate über die Vertragslaufzeit geleistet werden (s. HOLST 2022). Nach MANSARD U. CAGIN (2020) ist das darauffolgende Modell nutzungsorientiert, Der Kunde zahlt also in der Regel, zusätzlich zu einem Basisbetrag, in Abhängigkeit von der tatsächlichen Einsatzzeit des Assets. Eine mögliche Bezugsgröße sind beispielsweise Spindelstunden bei einer Fräse. Zusätzlich zu den Risiken des vorangegangenen Modells wird somit das Risiko einer volatilen Auftragslage übernommen. (s. MANSARD U. CAGIN 2020)

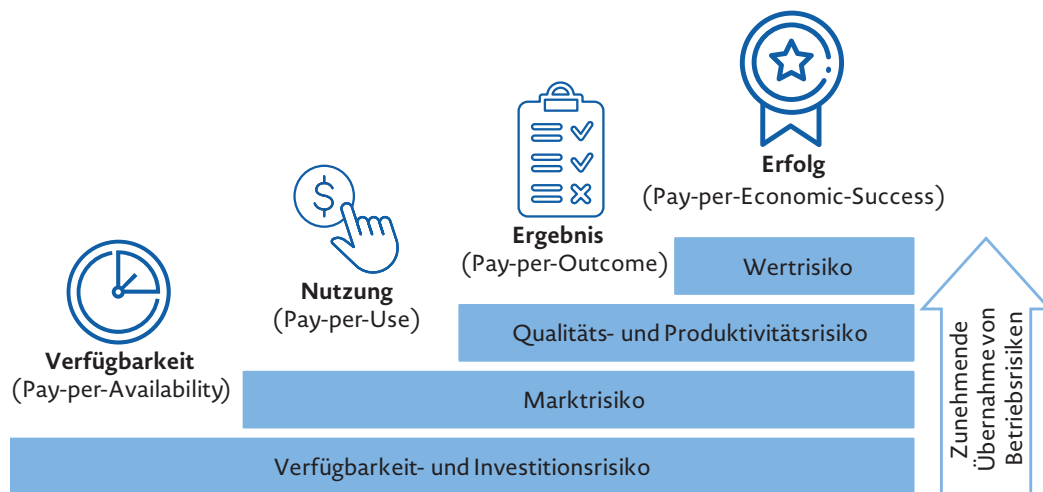


Bild 14: Zunehmende Risikoübernahme durch den Anbieter steigert den Wert für den Kunden (eigene Darstellung, basierend auf Inhalten von STOPPEL 2016, S. 60 – 66)

Im ergebnisorientierten Modell wird der Wertschöpfungsprozess in das Subskriptionsgeschäft integriert (s. VAN OSTAEYEN ET AL. 2013). Der Kunde entrichtet z. B. einen Preis für die mit dem Asset produzierten Gutteile. Der Anbieter trägt damit auch das Risiko für die Qualität sowie die Produktivität des Fertigungsprozesses. Das abschließende, erfolgsorientierte Modell integriert den wirtschaftlichen Erfolg des Produktionsprozesses. Laut FRANK ET AL. (2021) partizipiert der Anbieter dabei am Umsatz, der mit den auf dem subskribierten Asset gefertigten Produkten erzielt wird. Neben allen bestehenden Risiken wird folglich das Wertisiko der Produkte übertragen bzw. zwischen beiden Partnern geteilt. In Bild 14 (S. 28) sind die Modelle sowie die jeweils vom Anbieter übernommenen Risiken dargestellt. (s. FRANK ET AL. 2021)

Diese Verlagerung der Verantwortlichkeiten ermöglicht es dem Kunden, sich auf seine Kernkompetenzen zu konzentrieren, während der Anbieter für den einwandfreien Betrieb und die Wartung der Maschinen sorgt. Aufgrund der Diversifizierung des Ausfallrisikos und der breiten Datenbasis aus dem Betrieb vieler Assets und den damit verbundenen Implikationen sind die mit der Übernahme der Risiken verbundenen Kosten für den Anbieter niedriger als für seine Kunden (s. PORTER U. HEPPELMANN 2014).

Gleichzeitig ergibt sich daraus eine Gleichrichtung der Interessen und Ziele von Kunde und Anbieter. In Abgrenzung zum transaktionalen Geschäftsmodell profitiert der Ausstatter direkt von Leistungssteigerungen des Kunden. Die gezielte Optimierung der Kundenprozesse grenzt damit auch das Subskriptionsgeschäft von herkömmlichen Leasing- oder Mietmodellen ab (s. HERMANN 2020). Hier wird lediglich der Kaufpreis über einen Zeitraum diskontiert, ohne dass Produktivitätssteigerungen des Kunden einen gesteigerten Umsatz für den Anbieter nach sich ziehen.

## Herausforderungen

Um als Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus ein erfolgreiches Subskriptionsgeschäft aufzubauen, müssen verschiedene Herausforderungen überwunden werden. Die größten Herausforderungen bestehen dabei in der Schaffung von Transparenz in der Produktnutzung, der Bilanzierung, der Umsetzung verschiedener Abrechnungsmodelle sowie der damit einhergehenden Risikoübernahme aufseiten des Anbieters.

Da die Abrechnung an den Kunden in regelmäßigen Intervallen erfolgt, ist es für den Anbieter wichtig, Transparenz über die tatsächliche Nutzung zu schaffen. Für den Anbieter stellt es daher eine große Herausforderung dar, genaue und verlässliche Daten über den Einsatz des Assets zu erhalten, um eine faire und genaue Abrechnung gewährleisten zu können. Dazu ist es notwendig, bestehende Datensilos im Unternehmen aufzubrechen, um physische Assets, Dienstleistungen und digitale Produkte effektiv zu integrieren und das Potenzial der verbesserten Datenverarbeitung und -nutzung bestmöglich zu nutzen.

Eine weitere Herausforderung besteht in der Bilanzierung des Assets. Da dieses im Eigentum des Anbieters verbleibt, muss es in dessen Bilanz korrekt abgebildet werden. Hierbei kann es erforderlich sein, entweder eine interne Lösung zu finden oder einen geeigneten Kooperationspartner einzubinden, um die bilanztechnischen Anforderungen zu erfüllen. Wenn Maschinen in der Bilanz des Anbieters verbleiben, erhöht sich dessen Anlagevermögen, was möglicherweise Auswirkungen auf die Bilanzkennzahlen und die finanzielle Berichterstattung hat.

Wie schon zuvor erläutert, existieren im Subskriptionsgeschäft für den Anbieter verschiedene Abrechnungsmodelle, die je nach Grad der Risikoübernahme durch den Anbieter variieren. Jedes dieser Modelle stellt spezifische Anforderungen an die Servicequalität,



die Wartungsstrategien und die Datenkompetenz des Ausstatters. Insbesondere bei den ergebnis- und erfolgsorientierten Modellen muss der Anbieter zusätzliche Risiken, wie das Risiko für die Qualität der produzierten Güter oder den wirtschaftlichen Erfolg des Produktionsprozesses, übernehmen. Die Einführung eines Subskriptionsgeschäfts erfordert daher einen gut funktionierenden, effizienten Service und ausgereifte digitale Produkte. Diese müssen als Grundlage dienen, um die Risiken zu managen und gleichzeitig den Kunden ein hohes Maß an Flexibilität und Transparenz zu bieten. Letztlich profitieren sowohl der Kunde als auch der Anbieter von dieser engen Zusammenarbeit, da eine Gleichrichtung der Interessen entsteht: Der Erfolg des Kunden bedeutet auch einen direkten Nutzen für den Anbieter.

## Erfolgsfaktoren

Um ein Subskriptionsgeschäft im Maschinen- und Anlagenbau erfolgreich zu etablieren, müssen mehrere wichtige Erfolgsfaktoren berücksichtigt werden. Dazu gehören die sorgfältige Auswahl der Kunden, die Vertragsgestaltung des Angebots sowie die Entwicklung eines wertbasierten Preismodells.

Da nicht jeder Kunde für ein Subskriptionsgeschäft geeignet ist, sollten Unternehmen Partner auswählen, mit denen sie langfristig wachsen können. Dafür ist es wichtig, einen genauen Einblick in die internen Prozesse und Bedürfnisse der potenziellen Kunden zu haben. Der Aufbau eines gut strukturierten Ökosystems, das verschiedene Partner miteinander verbindet, kann hierbei unterstützen und eine Plattform für Innovation und Effizienz bieten. Diese Integration ermöglicht es dem Ausstatter, direkt auf die Effizienz und den Erfolg der Produktions- und Geschäftsprozesse des Kunden Einfluss zu nehmen. Besonders wichtig sind dabei die digitale Anbindung und die Gestaltung von Schnittstellen, die einen reibungslosen Datenaustausch sicherstellen.

Auch die Vertragsgestaltung spielt eine entscheidende Rolle. Verträge sollten so ausgearbeitet werden, dass sie zusätzliche Risiken und unvorhergesehene Ereignisse abdecken. Diese Klarheit hilft, Verantwortlichkeiten zu definieren und Missverständnisse zu vermeiden, was für eine stabile und langfristige Geschäftsbeziehung wichtig ist. Um den Anforderungen des Subskriptionsgeschäfts gerecht zu werden und vertragliche Vereinbarungen einhalten zu können, ist auch eine Anpassung der internen Organisation des Unternehmens notwendig. Es ist wichtig, interne Abläufe effizient zu gestalten und an die neuen Geschäftsmodelle anzupassen.

Ein weiterer Erfolgsfaktor für den Aufbau eines erfolgreichen Subskriptionsgeschäfts ist die Entwicklung eines wertbasierten Preismodells. Wie schon bei der Entwicklung von digitalen Produkten ist es auch beim Subskriptionsgeschäft wichtig, dass die Preise den wahrgenommenen Wert der angebotenen Dienstleistungen für den Kunden widerspiegeln. Das bedeutet, dass die Preisgestaltung nicht nur die Kosten abdecken sollte, sondern auch den Nutzen und die Qualität der Dienstleistungen angemessen berücksichtigen muss. Ein klar definiertes Preismodell hilft dabei, den Mehrwert des Angebots für die Kunden transparent zu machen und ihre Zahlungsbereitschaft zu fördern. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, dass der Vertrieb gut auf das neue Modell vorbereitet ist. Die Vertriebsmitarbeitenden müssen das Subskriptionsmodell gut verstehen und in der Lage sein, den Kunden die Vorteile überzeugend zu vermitteln. Ein gut geschulter Vertrieb kann wesentlich dazu beitragen, das Interesse der Kunden zu wecken und sie von den Vorteilen des Modells zu überzeugen.

## Praxisbeispiele

Die WashTec AG, ein weltweit führender Produzent von Autowaschanlagen, hat eine strategische Partnerschaft mit dem Fintech-



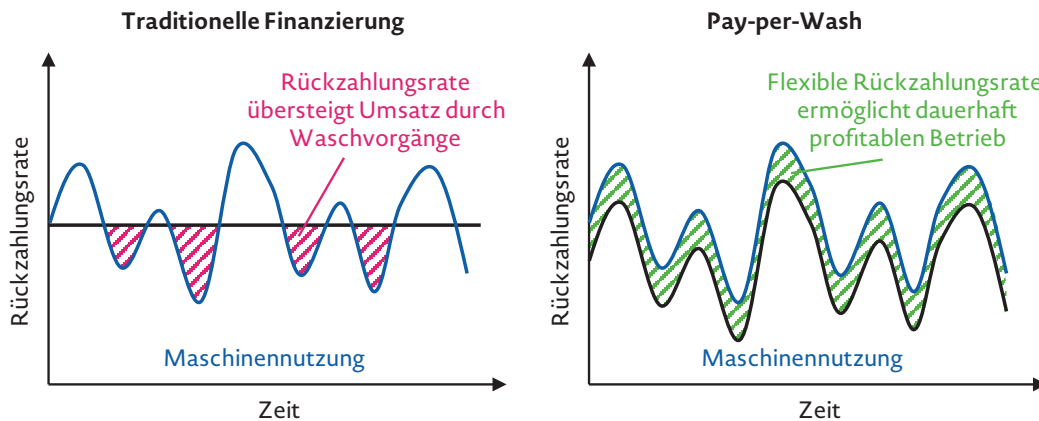


Bild 15: Flexible Gestaltung der Rückzahlungsrate im Pay-per-Wash-Modell (WASHTEC 2024<sup>8</sup>, Grafik leicht durch Textinhalte von Washtec ergänzt)

Unternehmen *linx4* geschlossen, um das „Pay-per-Wash“-Modell einzuführen. Ziel ist es, damit Investitionshürden seitens der Waschanlagenbetreiber in der Branche zu überwinden. Die Besonderheit dieses Subskriptionsgeschäfts liegt in der auslastungsbasierten Bestimmung der Rückzahlungsraten.

Ein entscheidender Vorteil des Pay-per-Wash-Modells ist damit die Berücksichtigung von Auslastungsschwankungen, die in traditionellen Finanzierungsmodellen nicht berücksichtigt werden. Diese Schwankungen, die beispielsweise witterungs- und saisonbedingt im Autowaschgeschäft stark ausgeprägt sein können, erschweren die Planbarkeit für die Kunden. Kapitalintensive Investitionsentscheidungen können somit zu massiven Budgetbelastungen führen. Das Pay-per-Wash-Modell berechnet die Rückzahlungen deswegen auslastungsabhängig und somit flexibel. Diese Flexibilität beschleunigt die Investitionsentscheidungen der Kunden und bietet ihnen eine Verlagerung des Risikos zur WashTec AG.

Das Modell wird ermöglicht, indem die Daten zur Nutzung von der Autowaschanlage gesammelt und die Kosten pro Wäsche automatisch berechnet werden. Zudem können auch Verbrauchsmaterial und Wartungskosten mitfinanziert und Nachbestellungen sowie Maschinenwartungen mithilfe der IoT-Daten automatisch angestoßen werden. Durch eine ausgereifte Datenbasis und eine präzise Kalkulation kann von der WashTec AG und *linx4* das Auslastungsrisiko von bis zu 75 Prozent übernommen werden. In Bild 15 ist das flexible Modell schematisch dargestellt.

Ein weiteres Beispiel für ein erfolgreiches Subskriptionsgeschäft ist das Component-as-a-Service-Modell der *SMS group GmbH*, einem weltweit führenden Unternehmen im Bereich Hütten- und Walzwerkstechnik. Das Component-as-a-Service-Modell ist ein integraler Bestandteil des Subskriptionsgeschäfts der *SMS group* (s. Bild 16). Dieses Modell ermöglicht es Kunden, spezifische Komponenten ihrer Anlagen als Service zu beziehen. Dabei übernimmt die *SMS group* nicht nur die Lieferung und War-

<sup>8</sup> <https://www.washtec.at/services/finanzierung/pay-per-wash> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

tion der Komponenten, sondern bietet auch zusätzliche digitale Dienstleistungen an, die eine kontinuierliche Überwachung und Optimierung der Anlagenleistung ermöglichen. Dies erhöht die Verfügbarkeit und Effizienz der Anlagen und reduziert gleichzeitig die Gesamtkosten für den Kunden.

Das Component-as-a-Service-Modell ist in das umfassende Angebot an integrierten digitalen Produkt-Service-Systemen eingebettet. Dieses Angebot umfasst neben den Komponenten-Services auch Wartungslösungen und Software-as-a-Service-Modelle (SaaS). Wartungslösungen beinhalten präventive und reaktive Wartungsdienste, die sicherstellen, dass die Anlagen stets in optimalem Zustand sind. Das SaaS-Modell bietet den Kunden Zugang zu fortschrittlichen Softwarelösungen, die zur Steuerung und Überwachung der Produktionsprozesse eingesetzt werden.

Darüber hinaus bietet die SMS group einen partnerschaftlichen Rahmen für die Realisierung iterativer Optimierungen an, der durch Partnerschaftsverträge für den Lebenszyklus

der Anlagen unterstützt wird. Diese Partnerschaften fördern eine enge Zusammenarbeit zwischen der SMS group und ihren Kunden, um kontinuierliche Verbesserungen und Innovationen zu gewährleisten.

Das umfassendste Angebot im Rahmen des Subskriptionsvertrags ist das Equipment-as-a-Service-Modell. Hierbei wird den Kunden die gesamte Ausrüstung als Service zur Verfügung gestellt, einschließlich aller notwendigen Wartungen und Upgrades. Dieses Modell bietet die größte Wertschöpfung für den Kunden und basiert auf einem leistungsabhängigen Preis. Die in diesem Text beschriebenen Modelle und ihre Integration werden in der folgenden Abbildung verdeutlicht.

## Vertrauensvoller Datenaustausch

Für ein erfolgreiches Subskriptionsgeschäft sind Zusammenarbeit sowie Interoperabilität entscheidende Faktoren. Die komplexen Interaktionen verschiedener Lösungen machen den

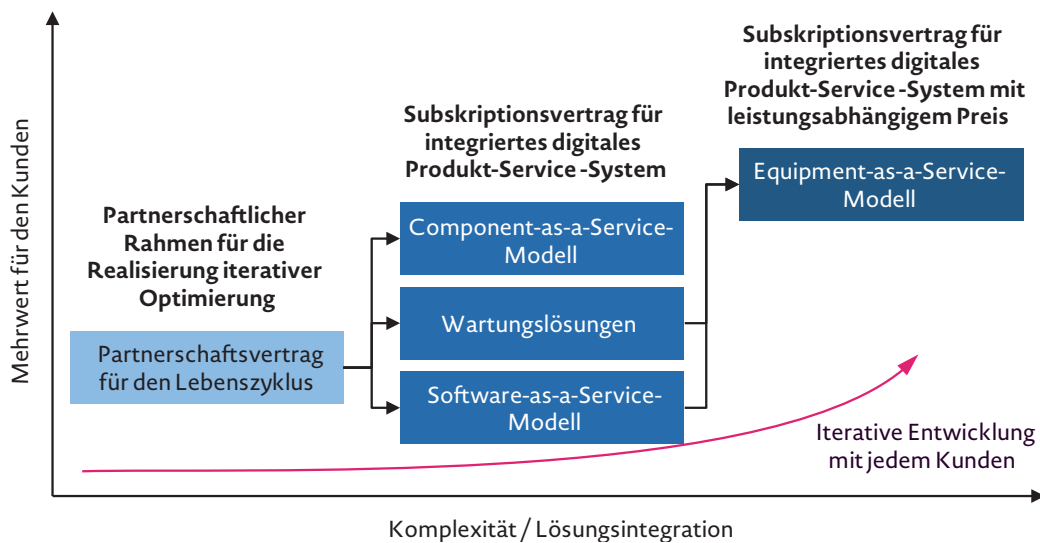


Bild 16: Einordnung des Component-as-a-Service-Modells in die schematische Darstellung des Subskriptionsgeschäfts bei der SMS group (eigene Darstellung i. A. a. LEITING 2024)

vertrauensvollen Datenaustausch zwischen Partnern im Wirtschaftsökosystem zum Schlüsselfaktor. Ein geeignetes Beispiel für einen vertrauensvollen Datenaustausch zwischen Partnern ist die Zusammenarbeit zwischen der WashTec AG, der LOGPAY Financial Services GmbH und der Scheidt & Bachmann GmbH. Die WashTec AG, der Weltmarktführer im Bereich der Autowaschanlagen, hat eine Partnerschaft geschlossen mit Scheidt & Bachmann, einem Systemanbieter von Zahlungsterminals und Kassensystemen, sowie LOGPAY, einem Zahlungsdienstleister für Unternehmen im Bereich des Güter- und Personenverkehrs. Ziel der Partnerschaft war es, eine zuverlässige Zahlungslösung für das Pay-per-Wash-Geschäft der WashTec AG zu realisieren.

Die enge Zusammenarbeit setzte die Bereitschaft der Partner voraus, umfassende Daten miteinander zu teilen. Dazu war es notwendig, eine gemeinsame Vertrauensbasis zu erschaffen. Um dies zu verwirklichen, wurde eine zentralisierte Datenplattform errichtet. Diese Plattform ermöglichte die Erfassung und Speicherung aller relevanten Daten, wie Transaktionsinformationen und Daten zum

Kundenverhalten an den Waschanlagen. Dabei wurden alle Daten zentral gespeichert und den beteiligten Partnern zugänglich gemacht, um die Transparenz zu fördern und die Datenintegrität sicherzustellen. Zusätzlich wurden klare Datenschnittstellen und strenge Sicherheitsprotokolle implementiert, um den Schutz der sensiblen Informationen zu gewährleisten. Durch diese Maßnahmen wurde sichergestellt, dass nur autorisierte Personen Zugriff auf die Daten haben und die Datenübertragung verschlüsselt erfolgt. Diese Sicherheitsvorkehrungen trugen maßgeblich dazu bei, die anfängliche Zurückhaltung bei der Datenteilung abzubauen. Das Ergebnis der Zusammenarbeit war „SIQMA Carwash.Connect“, welches auf den bestehenden SIQMA-Produkten von Scheidt & Bachmann basiert und sich speziell auf die Anforderungen und Bedürfnisse von Waschanlagenbetreibern richtet. Bild 17 zeigt die Erfolgsfaktoren der Kooperation zwischen den Partnern.

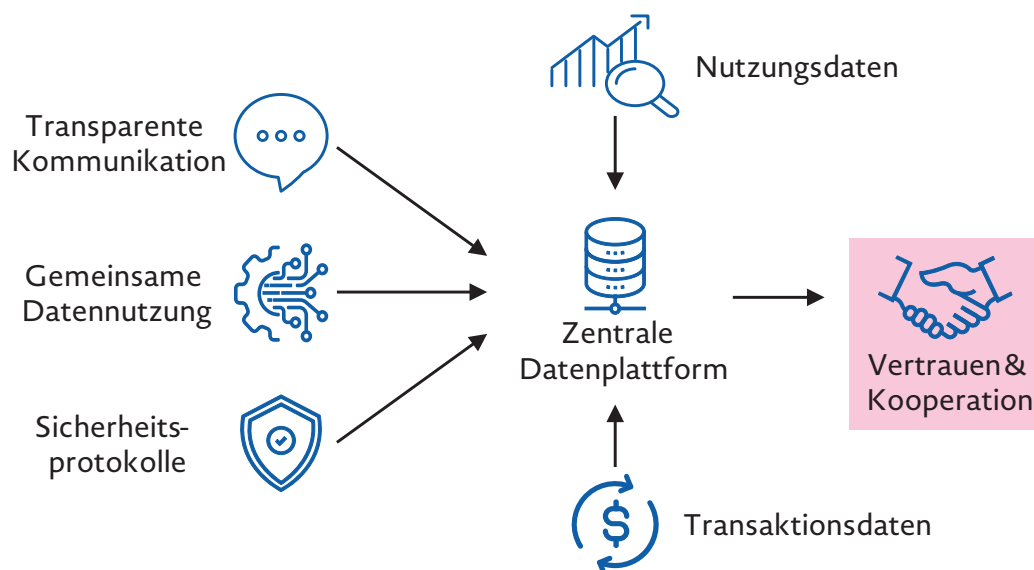


Bild 17: Vorteile einer zentralen Datenplattform (eigene Darstellung)

## 4. Handlungsempfehlungen für die erfolgreiche Transformation

Die Transformation entlang der vier Stufen digitaler Geschäftsmodelle ermöglicht es Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus, ihre historisch starke Position im Wettbewerb zu erhalten und weiter auszubauen. Jede Stufe enthält wichtige Aspekte, die für eine erfolgreiche Transformation unbedingt berücksichtigt werden sollten. Daneben begleiten die Faktoren Change-Management, Beherrschung

der Ambidextrie, d. h. die Fähigkeit, mehrere Geschäftsmodelle parallel zu betreiben, und die Berücksichtigung der Nachhaltigkeit die Transformation. Diese Themen werden in Bild 18 dargestellt und im Folgenden beschrieben. Sie sind jedoch noch nicht abschließend erforscht und bedürfen einer vertiefenden Übertragung auf die Charakteristika von Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus.

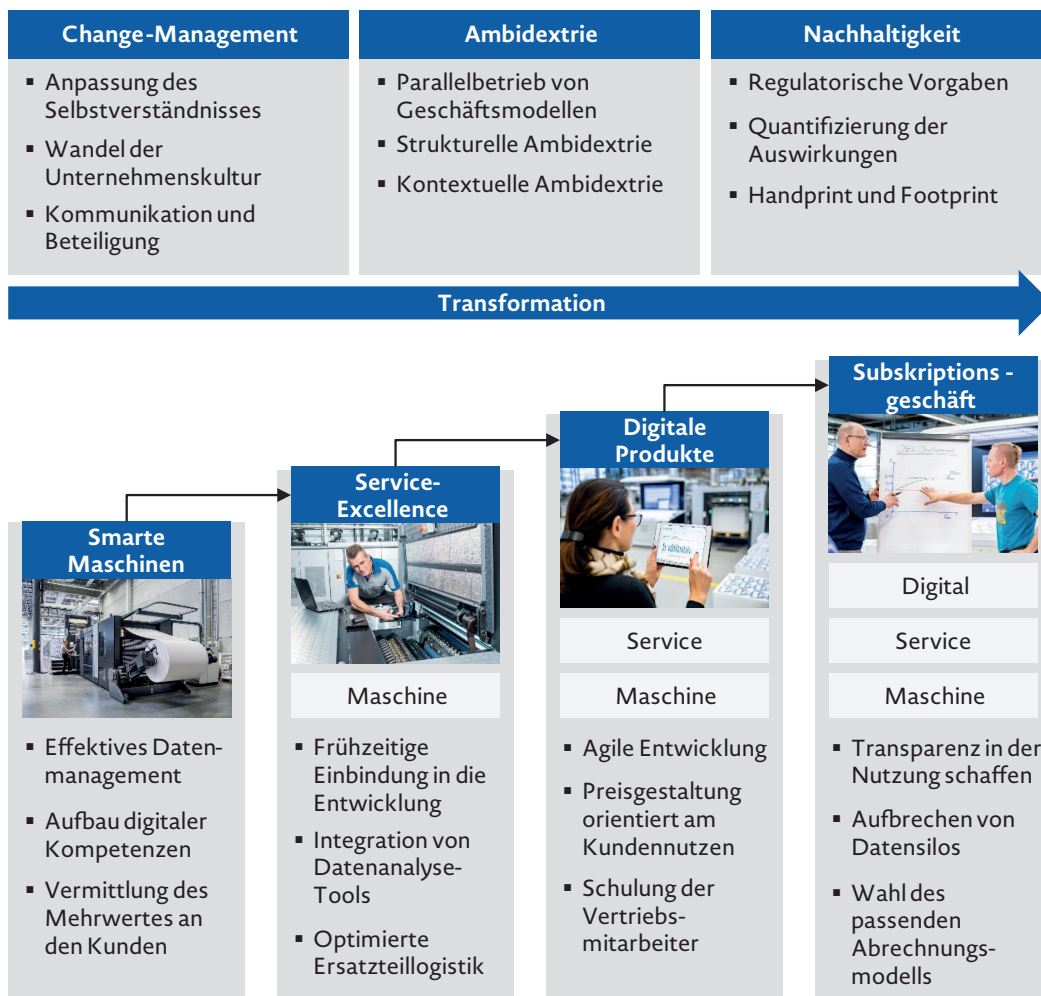


Bild 18: Handlungsempfehlungen entlang der vier Stufen sowie übergeordnete Handlungsempfehlungen (eigene Darstellung, Bildquelle: HEIDELBERG 2024<sup>9</sup>, Illustrationen für diese Veröffentlichung freigegeben)

<sup>9</sup> [https://www.heidelberg.com/global/de/about\\_heidelberg/press\\_relations/media\\_library/overview\\_media\\_library\\_1/media\\_gallery\\_overview.jsp](https://www.heidelberg.com/global/de/about_heidelberg/press_relations/media_library/overview_media_library_1/media_gallery_overview.jsp) (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

Für die Entwicklung Smarter Maschinen ist ein effektives Datenmanagement unverzichtbar, um große Datenmengen sicher und effizient zu verarbeiten. Unternehmen stehen vor der Entscheidung, ob sie digitale Kompetenzen im eigenen Haus aufbauen oder in einem Tochterunternehmen ansiedeln, abhängig davon, wie flexibel sie bleiben wollen. Damit Smarte Maschinen bei Kunden Akzeptanz finden, sollten Unternehmen den Mehrwert klar kommunizieren, etwa durch Beispiele aus der Praxis, die Vorteile wie höhere Effizienz und Kosteneinsparungen aufzeigen.

Um die Servicequalität zu verbessern und exzellent zu gestalten, sollten Unternehmen den Service frühzeitig in die Produktentwicklung einbeziehen, damit relevante Daten für Wartung und prädiktive Instandhaltung berücksichtigt werden. Moderne Datenanalyse-Tools sollten in die Serviceprozesse integriert werden, um Probleme frühzeitig zu erkennen und proaktiv zu handeln. Regelmäßige Schulungen der Mitarbeitenden sind dazu notwendig, um die erforderlichen technischen Kompetenzen aufzubauen und auf dem neuesten Stand zu halten. Auch die Befähigungen des Kunden zu einem First-Level-Support mittels einer Serviceschulung kann dabei eine Maßnahme sein, um weniger Servicekapazität aufzuwenden, da die eigenen Support-Mitarbeitenden seltener vor Ort beim Kunden sein müssen und weniger Zeit in die Bearbeitung einfacher Anfragen investieren müssen. Eine optimierte Ersatzteillostik, die beispielsweise auch den Kauf von Ersatzteilen durch Kunden umfasst, hilft ebenfalls, weniger Umlaufvermögen zu binden und gleichzeitig die Verfügbarkeit der Teile zu verbessern. Diese Aspekte sind entscheidend, um Ausfallzeiten in der Produktion der Kunden zu minimieren und damit die Kundenzufriedenheit zu steigern.

Bei der Entwicklung digitaler Produkte ist ein agiler Entwicklungsansatz mit kurzen Iterationen und regelmäßigem Kundenfeedback entscheidend, um ein Minimum-Viable-Product (MVP) schnell auf den Markt zu bringen und

kontinuierlich weiterzuentwickeln. Die Preisgestaltung digitaler Produkte sollte sich am wahrgenommenen Kundennutzen orientieren, z. B. durch nutzungsabhängige Gebühren oder zeitlich begrenzte Zugänge. Testprogramme erhöhen die Kaufbereitschaft. Zudem sollten Vertriebsmitarbeitende gezielt geschult werden, um den Nutzen digitaler Produkte überzeugend zu vermitteln, unterstützt durch Vertriebs-Playbooks und Anreizsysteme zur Verkaufsförderung.

Um ein erfolgreiches Subskriptionsgeschäft aufzubauen, sollten Unternehmen die Nutzung ihrer Produkte transparent gestalten und genaue Daten erfassen, um eine faire Abrechnung zu gewährleisten. Ein integriertes System, das physische Produkte, Dienstleistungen und digitale Lösungen verbindet, hilft dabei, Datensilos zu überwinden. Die Wahl des Abrechnungsmodells, das zur Risikobereitschaft und Servicekompetenz passt, ist entscheidend, insbesondere bei erfolgsbasierten Modellen. Eine wertbasierte Preisgestaltung, die den Kundennutzen widerspiegelt, und gezielte Schulungen des Vertriebsteams stärken das Vertrauen in das Subskriptionsmodell und fördern die Kundenbindung.

Während die Handlungsempfehlungen für die einzelnen Stufen konkrete Schritte für die digitale Transformation aufzeigen, gibt es übergeordnete Themen, die in jeder Phase dieses Prozesses eine wichtige Rolle spielen. Change-Management, Ambidextrie und Nachhaltigkeit bilden das Fundament, das die Umsetzung digitaler Geschäftspraktiken ermöglicht und begleitet. Sie schaffen die kulturellen, organisatorischen und ethischen Rahmenbedingungen, die den Wandel nachhaltig verankern und den langfristigen Erfolg sicherstellen.

Ein zentrales Element der Weiterentwicklung besteht darin, bestehende Unternehmensprozesse und -praktiken kritisch zu hinterfragen, zu verbessern und, wenn erforderlich, auch zu entfernen. Da der Mensch und damit die ihn umgebende Organisation sich

in einem stetigen und wandlungsarmen Umfeld am sichersten fühlen, geht Veränderung unmittelbar mit Unruhe und Stress einher. Bedenken sind oftmals einfacher zu äußern als konstruktive Ideen, die eine Vision für die Zukunft zeichnen.

Vor diesem Hintergrund sind die Beschreibung und Abgrenzung der unterschiedlichen Ansätze zur Realisierung digitaler Geschäftsmodelle nur der erste Schritt. Dies soll ein einheitliches Verständnis ermöglichen und als Leuchtturm bei der Formulierung der zukünftigen Strategien dienen. Die weitere Entwicklung zum Intelligenten Lösungsanbieter ist somit ein Wandel, der über die bloße Erhebung und Verarbeitung von Daten an der Maschine hinausgeht. Wie diese Studie aufzeigt, muss die Transformation vom ganzen Unternehmen, seiner Aufbau- und Ablauforganisation, getragen werden. Der nächste Schritt auf dem Weg zur Realisierung digitaler Geschäftsmodelle für Maschinen- und Anlagenbauer ist somit von der Gestaltung und Umsetzung dieses Wandels geprägt. Dabei müssen Unternehmen einerseits die Fähigkeit entwickeln, den Spagat zwischen traditionellen und neuartigen digitalen Geschäftsmodellen zu beherrschen, und andererseits Fähigkeiten im Change-Management entwickeln, um den Wandel nachhaltig im Unternehmen zu verankern.

Das Konzept der Ambidextrie beschreibt die Fähigkeit, mehrere Geschäftsmodelle parallel zu betreiben. Dabei müssen traditionelle, produktorientierte Geschäftsmodelle sowie digitale Geschäftsmodelle und deren neuartige Strukturen und Denkweisen miteinander in Einklang gebracht werden. Dabei kann ein Unternehmen zwei verschiedene Ansätze anwenden: Eine **strukturelle Ambidextrie** sieht vor, dass eine eigenständige Abteilung für digitale Dienstleistungen errichtet wird, um diese unabhängig von den physischen Produkten zu entwickeln. Ein anderer Ansatz liegt in der **kontextuellen Ambidextrie**, bei der Mitarbeitende und Teams flexibel zwischen den

Anforderungen der traditionellen und digitalen Geschäftsmodelle wechseln, was ein hohes Maß an Anpassungsfähigkeit und Schulung erfordert.

Um diese Ambidextrie erfolgreich zu implementieren, sollten Maschinen- und Anlagenbauer klare Strukturen und Entscheidungswege schaffen, die den Austausch zwischen beiden Geschäftsbereichen fördern. Dabei ist es wichtig, Führungskräfte zu befähigen, sowohl das bestehende Kerngeschäft effizient zu leiten als auch Innovationen im digitalen Bereich voranzutreiben. Dies hilft auch, Spannungen zu vermeiden und sicherzustellen, dass Ressourcen nicht in Konkurrenz zueinander stehen. Diese können sich dadurch ergeben, dass Neuentwicklungen von physischen Produkten oft sehr ressourcenintensiv sind. Ein weiterer wichtiger Faktor besteht darin, den Aufbau des neuen digitalen Geschäftsbereichs gut zu koordinieren und in die bestehende Struktur zu integrieren. Andernfalls besteht die Gefahr der Fragmentierung der Organisation, bei der der neue Bereich sich vom traditionellen Geschäft abkoppelt und als „Satellit“ hohe Opportunitätskosten verursacht und Akzeptanz einbüßt.

Letztlich ist es wichtig, die beiden Ansätze nicht als konkurrierend, sondern als komplementär zu betrachten. Die bestehenden physischen Produkte und die neuen digitalen Lösungen können sich gegenseitig verstärken, indem digitale Dienstleistungen den Nutzen und die Lebensdauer der Maschinen verbessern und gleichzeitig neue Umsatzquellen erschließen.

Um dies zu erreichen und erfolgreich umzusetzen, ist ein erfolgreiches Change-Management erforderlich, das die Transformation vom Produkthersteller zum Lösungsanbieter begleitet. Um die tiefgreifenden Veränderungen im Unternehmen zu verankern, muss zunächst das Selbstverständnis auf die neue Art der Wertschöpfung angepasst werden. Stand bisher immer die Maschine im Zentrum, verschiebt sich der Fokus nun in Richtung der verschiedenen Leistungen der digitalen Geschäftsmodelle.

Ziel des Change-Managements muss es sein, diese Kursänderung als Wandel der Unternehmenskultur zu verstetigen. Die Vision hinter dem Wandel sollte dabei frühzeitig und verständlich mitgeteilt werden. Bei der Verstärkung einer positiven Wahrnehmung unterstützt zudem die schnelle Umsetzung von sichtbaren und mehrwertstiftenden Themen. Aufkommenden Widerständen aufgrund von Ängsten vor dem Unbekannten und Digitalen muss frühzeitig begegnet und diese müssen proaktiv adressiert werden, indem eine persönliche Ansprache bei Veränderung erfolgt und gemachte Versprechen eingehalten werden. Gleichzeitig ist es wichtig, Kommunikationspfade für Mitarbeitende zu schaffen, um Feedback und Bedenken äußern zu können. Indem den Personen die Möglichkeit zur aktiven Beteiligung an der Transformation gegeben wird, können ihre Wünsche ernst genommen und ihre aktive Teilnahme an der Entwicklung eingefordert werden. Darüber hinaus gilt es, Angebote zu schaffen und die Teilnahme zu incentivieren, sodass Schlüsselpersonen und Change-Agents in den betroffenen Abteilungen effektiv qualifiziert werden. Die verständliche Aufbereitung der konkreten Implikationen der Transformation für den Maschinen- und Anlagenbauer, etwa entlang der Dimensionen Kunde & Portfolio, Pricing & Vertrieb, Operations & Qualität und Digitalisierung & Technologie, bildet dabei einen hilfreichen Rahmen.

Der Service im Maschinen- und Anlagenbau fördert die Nachhaltigkeit des unternehmerischen Handelns, indem er die Lebensdauer von Maschinen und Anlagen verlängert und den Bedarf an Neuproduktionen verringert. Um diesen positiven Effekt weiter auszubauen, gewinnt die stärkere Integration von Nachhaltigkeitsaspekten zunehmend an Bedeutung. Nicht nur aufgrund regulatorischer Vorgaben, sondern auch durch Forderungen der Belegschaft, zukünftiger Fachkräfte und Kunden wird die Relevanz kontinuierlich steigen. Digitale Geschäftsmodelle im Maschinen- und Anlagenbau bieten hierbei die Möglichkeit, Ressourcen effizienter zu nutzen und die Um-

weltbelastung bei der Erbringung der Leistungen zu reduzieren (sog. Footprint). Im Rahmen digitaler Geschäftsmodelle erbrachte Leistungen bieten darüber hinaus das Potenzial, die Prozesse der Kunden nachhaltiger zu machen, indem etwa durch die Optimierung von Produktionsprozessen und den effizienten Einsatz von Ressourcen die Kundenprozesse und die Leistungserbringung des Kunden nachhaltiger gestaltet werden. Dabei sollte jedoch beachtet werden, dass der Nachweis von tatsächlichen Nachhaltigkeitssteigerungen oft schwierig ist und positive Effekte, wie die Verlängerung der Lebensdauer oder die Verringerung von Materialverbrauch, nicht immer unmittelbar messbar sind.

In Zukunft werden diese Themen aufgrund der Vernetzung zudem in steigendem Maße gemeinsam mit weiteren Akteuren in wirtschaftlichen Ökosystemen bearbeitet. Die enge und langfristige Zusammenarbeit mit Kunden stärkt das Vertrauen und führt oft dazu, dass Kunden das Unternehmen in ihrem eigenen Netzwerk weiterempfehlen. Zusätzlich entstehen durch gemeinsame digitale Projekte neue Berührungspunkte, die andere Partner oder Lieferanten einbeziehen, wodurch sich das Netzwerk des Unternehmens erweitert. So ergibt sich eine natürliche Vernetzung, die zu zusätzlichen Kontaktpunkten und potenziellen Geschäftsbeziehungen mit weiteren Unternehmen führt. Auf diese Weise wird die Kundenbeziehung zur Basis für ein breiteres, langfristig wertschöpfendes Netzwerk. In diesem Zusammenspiel sind der Einfluss und die Expertise des einzelnen Unternehmens nicht umfassend genug, sodass neue Partnerschaften die Hürden bei der Beschreitung des weiteren Transformationswegs minimieren können.



## 5. Fazit

**Z**iel der vorliegenden Studie ist es, die Charakteristika digitaler Geschäftsmodelle für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus anschaulich aufzuzeigen und diese Modelle mit relevanten Praxisbeispielen zu belegen. Die Studie zeigt vor diesem Hintergrund deutlich, dass deutsche Maschinen- und Anlagenbauer vor einer bedeutenden Transformation stehen, um sich vom klassischen Produktanbieter zu einem Intelligenten Lösungsanbieter zu wandeln. Diese Entwicklung ist notwendig, um in einem zunehmend globalisierten und digitalisierten Markt wettbewerbsfähig zu bleiben. Der erfolgreiche Wandel umfasst jedoch nicht nur technologische Weiterentwicklungen, sondern erfordert auch tiefgreifende Veränderungen in den internen Prozessen zur Leistungserbringung und der grundlegenden Unternehmenskultur.

Der erforderliche Wandel wird entlang von vier Stufen strukturiert, die die Entwicklungsmöglichkeiten hin zu einem digitalen Geschäftsmodell aufzeigen. Die Grundlage bilden Smarte Maschinen, die eine initiale Digitalisierung der Produktionsprozesse ermöglichen. Unternehmen müssen zur erfolgreichen Bewältigung der Stufe in der Lage dazu sein, Daten systematisch zu erheben und Transparenz darüber zu schaffen. In der Folge ermöglicht dies Unternehmen, ihren Kunden darauf aufbauende Mehrwerte in Form von Steigerungen der Leistung und Effizienz der Fertigungsprozesse zu bieten.

Für die nächste Transformationsstufe der Service-Excellence wird das Servicegeschäft einerseits als Grundgerüst für die weiteren Stufen der Transformation aufgebaut, aber andererseits auch als umsatz- und marginstarker Geschäftsbereich entwickelt. Dies ermöglicht die Finanzierung weiterer Entwicklungen im Bereich digitaler Produkte, erfordert aber auch ein hohes Kompetenzlevel bei den Mitarbeitenden sowie den Führungspersonen. Insbesondere müssen Unternehmen in der Lage sein, Datenanalyse-Tools zu

nutzen, um ihre Serviceprozesse kontinuierlich zu hinterfragen und zu optimieren. Dies setzt die konsequente Verankerung einer kundenorientierten Servicekultur innerhalb des Unternehmens voraus. Dies gewährleistet, dass der Servicegedanke von allen Mitarbeitenden verinnerlicht und gelebt wird.

Die folgende Transformationsstufe fokussiert digitale Produkte, die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus in die Lage versetzen, über ihre ausgereiften physischen Produkte hinaus Mehrwerte zu bieten. Diese digitalen Produkte umfassen Plattformlösungen, datenbasierte Dienstleistungen und ergänzende digitale Services, die unabhängig von den physischen Maschinen angeboten werden können. Dabei hängt der Erfolg der digitalen Produkte stark davon ab, wie gut diese den spezifischen Bedürfnissen der Kunden gerecht werden. Eine enge Zusammenarbeit mit den Kunden, insbesondere in der Entwicklungsphase, ist daher unerlässlich. Darüber hinaus sollte in der Nutzungsphase Kundenfeedback systematisch gesammelt und in die Weiterentwicklung der Leistungen integriert werden. Gleichzeitig unterstützen Test- und Pilotversionen dabei, die Akzeptanz neuer Produkte zu steigern und Kunden den Mehrwert selbst erfahren zu lassen. Vor dem Hintergrund des geschaffenen Nutzens ist auch die Preisgestaltung ein entscheidender Faktor, da klassische Cost-Plus-Ansätze zu kurz greifen. Digitale Produkte ermöglichen es deutlich umfangreicher als physische Maschinen, auf Basis des wahrgenommenen Nutzens bepreist zu werden.

Subskriptionsgeschäfte als letzte Stufe der Transformation verbinden die vorangegangenen Transformationsstufen mit dem Ziel, durch eine partizipative, gemeinschaftliche Leistungserbringung eine langfristige Bindung zwischen Anbieter und Kunde zu schaffen. Diese Modelle bieten nicht nur wiederkehrende Einnahmequellen, sondern auch die Möglichkeit, sich als Anbieter in die Wertschöpfungsketten der Kunden zu integrieren.



ren. Ein besonderes Merkmal von Subskriptionsgeschäften ist, dass das Eigentum an den Maschinen und Anlagen beim Hersteller verbleibt. Bei diesem Modell steht somit der Transfer von Betriebsrisiken vom Betreiber zum Anbieter im Zentrum. Mit zunehmender Übernahme des Betriebsrisikos können dabei spezifische Preismodelle verwendet werden. Die Übernahme solcher Risiken durch den Hersteller schafft dabei eine Ausrichtung der Geschäftsinteressen beider Parteien und fördert eine partnerschaftliche Beziehung.

Die Studie zeigt darüber hinaus, dass insbesondere in den Bereichen des Change-Managements, der Ambidextrie sowie der Nachhaltigkeit ein erheblicher Handlungsbedarf besteht. Unternehmen müssen den internen Wandel strategisch und überzeugend kommunizieren, um eine breite Akzeptanz bei allen Stakeholdern zu erreichen. Dafür sind gezielte Ansätze erforderlich, um die notwendigen personellen und strukturellen Veränderungen aktiv und nachhaltig umzusetzen. Außerdem müssen den Unternehmen alltagstaugliche Leitfäden an die Hand gegeben werden, die definieren, wie die richtigen Fähigkeiten auf-

gebaut werden können, um die Koexistenz traditioneller und digitaler Geschäftsmodelle zu ermöglichen. Dabei muss sichergestellt werden, dass Unternehmen den Überblick behalten und gleichzeitig in der Lage sind, Kundenbedürfnisse bestmöglich weiter zu bedienen. Zuletzt wird die Nachhaltigkeit, die nicht nur von politischen Zielsetzungen und Stakeholder-Erwartungen gestützt wird, zunehmend zum entscheidenden Maßstab für alle Geschäftsaktivitäten und muss damit als zentrale Leitlinie unternehmerischen Handelns verankert werden. Dafür müssen den Unternehmen Ansätze aufgezeigt werden, wie beispielsweise „Green Services“ entwickelt und ins Leistungsangebot integriert werden können. Für den nachhaltigen Erfolg der digitalen Transformation bieten diese Themen eine Vielzahl an Chancen und Möglichkeiten, die unter Berücksichtigung der Erwartungen aller relevanten Stakeholder zur Prosperität und langfristigen Wettbewerbsfähigkeit des Maschinen- und Anlagenbaus führen können. Deshalb bedürfen sie einer vertiefenden Ausarbeitung und dezidierten Aufbereitung für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus.

## 6. Literaturverzeichnis

- BELZ, C.; LEE, Y.-C.; HUCKEMANN, M.; WEIBEL, M.: Sales Excellence Development – Sparten- und länderübergreifende Verkaufsentwicklung. In: Führung von Vertriebsorganisationen. Strategie - Koordination - Umsetzung. Hrsg.: L. Binckebanck; A.-K. Hölter; A. Tiffert. 2., überarb. u. erw. Auflage. Springer Gabler, Wiesbaden [u. a.] 2020, S. 337 – 354.
- BENNING, J., HOLPER, C.; BOLLINGER, S.: Konsortial-Benchmarking „Monetizing Smart Products“: Mehrwerte für Unternehmen und Kunden generieren. Service Performance Center, Aachen 2022.
- BRODTMANN, T.; SCHNITTLER, V.; BECKER, M.; HERRING, D.; MAYER-HAUG, K.; SCHLEYER, T.; ILLNER, B.; KONJUSIC, R.; RICHTBERG, O.; STAHL, B.; UHLIG, A.; BIRKMEYER, J.; BREUNIG, M.; BUCHNER, H.; HOFSTÄTTER, T.; KOPF, J.; KÖRBER, B.; MOHR, N.; MÖLLER, I.; RICHTER, G.; SIMON, M.: Kundenzentrierung als Chance für den digitalen Durchbruch. Was sich die Endkundenindustrien vom Maschinenbau bei digitalen Plattformen und Mehrwertdiensten wünschen. Hrsg: VDMA; McKinsey & Company. Frankfurt am Main, September 2020. [https://www.mckinsey.de/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2020/2020-09-18%20maschinenbau/vdma\\_mckinsey\\_broschre\\_digitale%20plattformen\\_deutsch.pdf](https://www.mckinsey.de/~ /media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/deutschland/news/presse/2020/2020-09-18%20maschinenbau/vdma_mckinsey_broschre_digitale%20plattformen_deutsch.pdf) (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)
- BRUHN, M.; HADWICH, K.; GEORGI, D.: Integrierte Kundenorientierung als Treiber der Service Excellence. In: Service Excellence als Impulsgeber. Strategien – Management – Innovationen – Branchen. Gabler, Wiesbaden 2007, S. 53 – 71.
- DIN SPEC 77224:2011-07: Erzielung von Kundenbegeisterung durch Service Excellence. DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Beuth, Berlin, Juli 2011.
- DISPAN, J.: Digitale Transformation im Maschinen- und Anlagenbau. Digitalisierungsstrategien und Gestaltung von Arbeit 4.0. In: Digitalisierung souverän gestalten: Innovative Impulse im Maschinenbau. Hrsg.: E. A. Hartmann. Springer Vieweg, Berlin [u. a.] 2021, S. 118 – 132.
- FRANK, J.; HOLST, L.; MÜLLER, D.; LEITING, T.: Aachener Subscription-Business: Monetarisieren Sie die Nutzungsphase Ihrer Produkte. FIR an der RWTH Aachen, Aachen 2021. [https://epub.fir.de/frontdoor/index/index/start/0/rows/10/sortfield/score/sortorder/desc/searchtype/advanced/title/Aachener+Subscription-Business/titlemodifier/contains\\_all/docId/1638](https://epub.fir.de/frontdoor/index/index/start/0/rows/10/sortfield/score/sortorder/desc/searchtype/advanced/title/Aachener+Subscription-Business/titlemodifier/contains_all/docId/1638) (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)
- GOUTHIER, M.; BARTL, C.; GIESE, A.: Kundenbegeisterung durch Service Excellence im Automobilssektor. In: Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität. Hrsg.: H. Proff. Gabler, Wiesbaden 2012, S. 333 – 341.
- GOUTHIER, M. H. J.; COENEN, C.; SCHULZE, H. S.; WEGMANN, C. (HRSG.): Service Excellence als Impulsgeber. Strategien – Management – Innovationen – Branchen; Bernd Stauss zum 60. Geburtstag. Gabler, Wiesbaden 2007.
- GRÖNDAHL, P.: Markterfolg durch zukunftsfähige Entscheidungen. Mit Strategie und Innovation den Wandel gestalten. Springer Gabler, Wiesbaden 2023.

- HAGENHOFF, S.; SEIDENFADEN, L.; ORTELBACH, B.; SCHUMANN, M.: Neue Formen der Wissenschaftskommunikation. Eine Fallstudienuntersuchung. Göttinger Schriften zur Internetforschung; Bd. 4. Göttingen University Press, Göttingen 2007.
- HERMANN, U.: Digitalisierung im Industrieunternehmen. Die Chancen der digitalen Ökonomie der Dinge erkennen, entwickeln und erfolgreich umsetzen. Apprimus, Aachen 2020.
- HOLST, L.: Referenzmodell für das Customer-Success-Management im Subskriptionsgeschäft des Maschinen- und Anlagenbaus. Schriftenreihe Rationalisierung; Bd. 181. RHrsg.: G. Schuh. Apprimus, Aachen 2022. – Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2021.
- IFO INSTITUT (HRSG.): Industrie in Deutschland sieht ihre Wettbewerbsfähigkeit gefährdet. ifo-Konjunkturumfrage online, 21.05.2024. <https://www.ifo.de/fakten/2024-05-21/industrie-deutschland-sieht-ihre-wettbewerbsfaehigkeit-gefaehrdet> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)
- KAMPKER, A.; FRANK, J.; JUSSEN, P.: Digitale Vernetzung im Service. Wandel im Servicegeschäft zwingt Unternehmen zum Handeln. In: WiSt – Wirtschaftswissenschaftliches Studium 46(2017)5, S. 4 – 11.
- KLEINALTENKAMP, M.; STORBACKA, K.; NENONEN, S.: Voraussetzungen der Transformation vom Produkt- zum Lösungsanbieter – Wenn Lösungen zum Problem werden. In: Servicetransformation. Entwicklung vom Produktanbieter zum Dienstleistungsunternehmen. Hrsg.: M. Bruhn; K. Hadwich. Springer Gabler, Wiesbaden 2016, S. 197 – 208.
- KOHLHOFF, J.: Smart Machines. In: Europäische Sicherheit & Technik o. Jg.(2017)o. H., S. 45. <https://www.int.fraunhofer.de/content/dam/int/de/documents/EST/EST-0217-Smart-Machines.pdf> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)
- LEITING, T.: Subscription-based models for the metallurgical industry. SMS group online, 21.05.2024. <https://www.sms-group.com/en-de/insights/all-insights/partnerships-of-tomorrow> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)
- LEMPERT, S.; PFLAUM, A.: Vergleichbarkeit der Funktionalität von IoT-Software-Plattformen durch deren einheitliche Beschreibung in Form einer Taxonomie und Referenzarchitektur. In: IoT – Best Practices. Internet der Dinge, Geschäftsmodellinnovationen, IoT-Plattformen, IoT in Fertigung und Logistik. Hrsg.: S. Meinhardt; F. Wortmann. Springer Vieweg, Wiesbaden 2021, S. 95 – 121.
- LENTES, J.; DANGELMAIER, M.: Digitale Produkte. In: Digitale Produktion. Hrsg.: E. Westkämper; D. Spath; C. Constantinescu; J. Lentés. Springer, Berlin [u. a.] 2013, S. 93 – 106.
- MANSARD, M.; CAGIN, J.-M.: Reaping the Recurring Benefits of Industry 4.0. A manufacturing executive playbook for business model transformation towards new revenue streams. Roland Berger Zuora 2020. [https://www.manufacturingview.media/uploads/resources/resources/49202112710AM\\_Resource\\_ReapingTheRecurringBenefitsOfIndustry40.pdf](https://www.manufacturingview.media/uploads/resources/resources/49202112710AM_Resource_ReapingTheRecurringBenefitsOfIndustry40.pdf) (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)

- MATTHES, J.; SCHMITZ, E.: Konkurrenzdruck aus China für deutsche Firmen. Ergebnisse einer Unternehmensumfrage. IW-Report; 30/2024. Köln, 11.06.2024. [https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user\\_upload/Studien/Report/PDF/2024/IW-Report\\_2024-Umfrage-China-Konkurrenz.pdf](https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Report/PDF/2024/IW-Report_2024-Umfrage-China-Konkurrenz.pdf) (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)
- MONITOR DELOITTE (HRSG.): Der zweite Frühling für Maschinenbau Servicedigitalisierung als Wachstumstreiber. Cambridge (MA) [u. a.]. [In Bibliothek des FIR e. V. an der RWTH Aachen verfügbar]
- NYLÉN, D.; HOLMSTRÖM, J.: Digital innovation strategy: A framework for diagnosing and improving digital product and service innovation. In: Business Horizons 58(2015)1, S. 57 – 67. DOI: 10.1016/j.bushor.2014.09.001.
- PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E.: How Smart, Connected Products are transforming competition. Harvard Business Review 92(2014)11, S. 2 – 23. <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition> (Link zuletzt geprüft: 04.12.2024)
- RITTAL (HRSG.): Alles im Blick. Rittal Smart Monitoring für IT und Industrie 4.0. Friedhelm Loh Group, Haiger 2024. [https://www.rittal.com/imf/none/16\\_24604/](https://www.rittal.com/imf/none/16_24604/) (Link zuletzt geprüft: 11.12.2024)
- SCHUH, G.; GUDERGAN, G.; KLIMEK, G.: Organisation industrieller Dienstleistungen. In: Management industrieller Dienstleistungen. Reihe Handbuch Produktion und Management; Bd. 8. Hrsg.: G. Schuh; G. Gudergan; A. Kampker. Springer, Berlin [u. a.] 2016, S. 233 – 254. DOI: 10.1007/978-3-662-47256-9\_9.
- SCHUH, G.; LEITING, T.; SCHRANK, R.; FRANK, J.: Value-based Pricing von Smart Services im Maschinen- und Anlagenbau. In: Smart Services; Bd. 2: Geschäftsmodelle – Erlösmodelle – Kooperationsmodelle. Hrsg.: M. Bruhn; K. Hadwich. Springer Gabler, Wiesbaden 2022, S. 255 – 275.
- SCHUH, G.; RIESENER, M.; PROTE, J.-P.; DÖLLE, C.; MOLITOR, M.; SCHLOESSER, S.; LIU, Y.; TITTEL, J.: Industrie 4.0: Agile Entwicklung und Produktion im Internet of Production. In: Handbuch Industrie 4.0: Recht, Technik, Gesellschaft. Hrsg.: W. Frenz. Springer, Berlin [u. a.] 2020, S. 467 – 488.
- SCHUH, G.; SCHRANK, R.; WENTZEL, D.; HOLST, L.: Design Fields for Value-Based Pricing of Digital Products in the Manufacturing Industry. In: 2023 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). 2023 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). Edinburgh, United Kingdom, 19.06.2023 – 22.06.2023: IEEE, Piscataway(N) 2023, 6S. DOI:10.1109/ICE/ITMC58018.2023.10332266.
- STADELMANN, M.; NEUREITER, M.: Das CRM-Kompetenzmodell – Basis einer konsequent kundenorientierten Unternehmensgestaltung. In: CRM goes digital. Digitale Kundenschnittstellen in Marketing, Vertrieb und Service exzellent gestalten und nutzen. Hrsg.: M. Stadelmann; M. Pufahl; D. D. Laux. Springer Gabler. Wiesbaden [u. a.] 202

- STOJKOVSKI, I.; ACHLEITNER, A. K.; LANGE, T.; JARCHOW, S.: Equipment as a service and the role of technology: The transition towards usage-based business models. In: International Journal of Entrepreneurial Venturing 14(2022)4 – 5, S. 413 – 448. DOI: 10.1504/ijev.2022.127454.
- STOPPEL, E.: Nutzungsabhängige Preissysteme auf industriellen Märkten. Springer Gabler, Wiesbaden 2016. – Zugl.: Karlsruhe, Techn. Univ., Diss., 2015.
- TIFFERT, A.: Grundlagen der Customer Experience. In: Customer Experience Management in der Praxis. Grundlagen – Zusammenhänge – Umsetzung. Hrsg.: A. Tiffert. Springer Gabler, Wiesbaden 2019, S. 5 – 13. DOI: 10.1007/978-3-658-27331-6\_2.
- VAN OSTAEYEN, J.; VAN HORENBEEK, A.; PINTELON, L.; DUFLOU, J. R.: A refined typology of product-service systems based on functional hierarchy modeling. In: Journal of Cleaner Production 51(2013)7, S. 261 – 276. DOI: 10.1016/j.jclepro.2013.01.036.
- WITZENLEITER, M.: Quick Guide Product Analytics: Wie Sie mit Systemen wie Google Analytics 4 und Co. mehr über Ihre Nutzer und deren Produktakzeptanz lernen können. Springer Gabler, Wiesbaden 2023, S. 69 – 79. DOI: 10.1007/978-3-658-42920-1.

IMPULS -  
STIFTUNG

Dr. Johannes Germandt  
Geschäftsführender Vorstand

Stefan Röger  
Geschäftsführender Vorstand

IMPULS-Stiftung  
für den Maschinenbau,  
den Anlagenbau und  
die Informationstechnik

Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt

Telefon +49 69 6603 1848  
Internet [www.impuls-stiftung.de](http://www.impuls-stiftung.de)  
E-Mail [info@impuls-stiftung.de](mailto:info@impuls-stiftung.de)