

Neue Wege der digitalen Verwertung
in der Produktionstechnik

Robin Kurth | Holger Kett | Mohaned Alaluss | Anna Gieß |
Dimitri Evcenko | Vanessa Bertke | Anton Mauersberger

Neue Wege der digitalen Verwertung in der Produktionstechnik

**Robin Kurth | Holger Kett | Mohamed Alaluss | Anna Gieß |
Dimitri Evcenko | Vanessa Bertke | Anton Mauersberger**

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST



Inhalt

1 Management Summary	5
2 Herausforderungen und Trends im Maschinenbau	6
3 Vom transaktionalen Produkt zum nachhaltigen Service	8
4 Aufbau und Gestaltung wertorientierter Geschäftsmodelle	12
4.1 Aufbau	12
4.2 Gestaltung	13
4.3 Systematisierung bestehender Modelle in der Produktionstechnik	15
4.4 Betriebswirtschaftliche Auswirkungen	17
5 Use Cases wertorientierter Geschäftsmodelle	18
5.1 Pay-per-Use	18
5.2 Pay-per-Outcome	22
5.3 Pay-per-Part	25
5.4 Pay-per-Stress	26
5.5 Weitere Geschäftsmodelle	27
5.6 Erkenntnisse aus wertorientierten Geschäftsmodellen	28
6 Herausforderungen und Erfolgsfaktoren	29
7 Gestaltung wertorientierter Geschäftsmodellideen	34
7.1 Methodisches Vorgehen bei der Transformation	34
7.2 Methodisches Vorgehen zur Interessensgleichrichtung	35
7.2.1 Perspektiven der Interessensgleichrichtung	37
7.2.2 Herausforderungen und Risiken	37
8 Zusammenfassung und Ausblick	38
Literaturverzeichnis	39
Autoren	42
Impressum	43

1 Management Summary

Maschinen- und Anlagenbauer sowie produzierende Unternehmen stehen zunehmend vor komplexeren Herausforderungen, um wirtschaftlich und wettbewerbsfähig zu bleiben. Produktionssysteme werden komplexer und die Realisierung durchgängiger Digitalisierungsstrategien wird marktseitig zunehmend gefordert. Service- und wertorientierte Geschäftsmodelle können ein Key Enabler sein, um diese kritische Situation im industriellen Bereich aufzulösen. Mit ihnen und den daraus erwachsenden neuen Wertstrom-Mechanismen können zum einen Ertragspotenziale erschlossen werden. Zum anderen besteht dadurch die Möglichkeit, bislang schwerlich monetarisierbare Produktbestandteile (bspw. Produktionsdaten oder System-Know-how) wirtschaftlich sinnvoll zu verwerten.

Trotz der immensen Potenziale werden diese neuen Geschäftsmodelle in der Produktionstechnik nur zögerlich realisiert. Ein Grund dafür ist die Unsicherheit von Unternehmen bei der Transformation bestehender (häufig transaktionaler) Geschäftsmodelle sowie bei der technischen Realisierung.

Als Status quo bei Maschinen- und Anlagenbauern kann festgestellt werden:

- Alle befragten Unternehmen beschäftigen sich mit neuen Geschäftsmodellen, wobei die jeweilige Herangehensweise und Wissensbasis sehr unterschiedlich sind.
- Unternehmen, die bereits service- und wertorientierte Geschäftsmodelle anbieten und betreiben, nutzen diese ergänzend zu etablierten Geschäftsmodellen
- Wesentliche Herausforderungen bei der Umsetzung und dem Ausbau dieser Geschäftsmodelle sind:
 - Anwendernutzen verstehen und zielgerichtete Services und Geschäftsmodelle entwickeln
 - Effiziente Leistungserbringung durch digitale Transformation
 - Nachhaltiger Ertragsmechanismus
- Die notwendige komplexe Verknüpfung digitaler Technologien mit bestehenden Produkten in smart Product-Service-Systems (sPSS) und den rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekten service- und wertorientierter Geschäftsmodelle verlangt eine strukturiert-methodische Herangehensweise bei der Konzeption dieser Geschäftsmodelle. Viele Unternehmen sehen hier Unterstützungsbedarf.

2 Herausforderungen und Trends im Maschinenbau

Märkte und Produkte unterliegen einem ständigen Wandel. Mit Blick auf die deutsche Automobilwirtschaft zeigt sich dies aktuell besonders deutlich. Neue Teilnehmer auf dem globalen Markt treiben die Trends zu Elektromobilität, autonomem Fahren und connected Services mit immenser Innovationsgeschwindigkeit voran. Ein ähnliches Bild liefert die Digitalwirtschaft. Sowohl bei Konsumgütern als auch im industriellen Bereich steigt die Anzahl der digitalisierten und im Internet der Dinge (IoT) vernetzten Produkte rasant. Digitale Funktionen und Features bilden einen zunehmend wichtigen Aspekt bei der Kaufentscheidung von vormals Hardware-getriebenen Produkten. Diese Entwicklungen führen auch zu einem sehr stark anwachsenden Markt für künstliche Intelligenz (KI) sowie zu wachsenden Umsätzen in Unternehmensbereichen mit KI-Angeboten.

Auf diesen Wandel die richtigen Antworten zu finden und jederzeit wettbewerbsfähig und profitabel zu agieren, ist für die Unternehmen oftmals mit großen Herausforderungen und Risiken verbunden. Insbesondere stellt sich im industriellen Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus die aktuelle Situation komplex dar. Änderungen in den Bereichen Mobilität, Digitalisierung, Nachhaltigkeit und konjunkturelle Schwankungen sind wesentliche Treiber für technische Erfordernisse (vgl. Abbildung 1).

In den meisten Umfragen wird das laufende Geschäft schlechter beurteilt als in den Jahren zuvor. Dies hat viele Gründe. Die Dynamik in zahlreichen wettbewerbsrelevanten Branchen gewinnt weiterhin an Intensität und erschwert das Geschäft. Der Fachkräftemangel, aber auch die schwache Nachfrage im Inland sowie aus den USA und China hat signifikante Auswirkungen auf den Umsatz. So rechnen viele Unternehmen mit Umsatzeinbußen aufgrund fehlender Fachkräfte. In einer Studie des VDMA sind dies knapp 50 % der befragten Unternehmen, die teils Umsatzrückgänge von 5% und höher erwarten (VDMA, 2024). Neben der Nachfragesituation werden wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen, hohe Arbeitskosten sowie Fachkräftemangel als wesentliche Risiken mit steigendem Einfluss auf die Geschäftssituation identifiziert

– nur zwei von drei Unternehmen können die Mehrheit ihrer offenen Fachkräftepositionen besetzen und jedes dritte hat Schwierigkeiten bei der Rekrutierung von Auszubildenden (VDMA, 2024). Dies bildet sich auch in sinkenden Geschäftserwartungen für die nächsten Monate sowie einer sinkenden Auslastung bestehender Produktionskapazitäten ab. Folglich werden Investitionsabsichten der Unternehmen für Kapazitätserweiterungen und in Produktinnovationen deutlich reduziert.

Aktuell steht der Maschinen- und Anlagenbau daher vor fünf großen Handlungsschwerpunkten, die durch Entwicklungen in der IT sowohl beeinflusst, aber auch unterstützt werden:

Zunächst ist die **Digitalisierung** entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit. Eine strategische Herangehensweise zur Prozessdigitalisierung sowie die Weiterentwicklung von Maschinen und Anlagen unter Einbeziehung von Smart Services oder wertorientierten Geschäftsmodellen sind notwendig, um Innovationskraft und Resilienz im Leistungsangebot von Maschinenbauern zu fördern.

Ein weiteres bedeutendes Thema ist der schon oben erwähnte **Fachkräftemangel**, der für viele Unternehmen zu einem ernsthaften Problem geworden ist. Viele haben Schwierigkeiten, offene Stellen zu besetzen.

Nachhaltigkeit ist inzwischen eine zentrale Voraussetzung für den künftigen Geschäftserfolg. Unternehmen müssen sich an neue gesetzliche Anforderungen anpassen und ihre Produktionsweisen umweltfreundlicher gestalten. Die Verknüpfung von digitalen und nachhaltigen Initiativen ist entscheidend, um Forderungen von Stakeholdern zu erfüllen und Differenzierungsmöglichkeiten auf dem Markt zu nutzen.

Schließlich ist auch die **Cybersicherheit** ein zentrales Thema. Cyberangriffe verursachen hohe Kosten für Unternehmen und mit der Zunahme digitaler Prozesse und Datenvolumen steigt das Risiko von Attacken. Zudem verlangt die NIS2-Richtlinie von vielen Unternehmen die Umsetzung strenger Sicherheitsmaßnahmen, um sensible Daten effektiv zu schützen.

Aufgrund des aktuell drastischen **Rückgangs im traditionellen Verkaufsgeschäft** von Maschinen, sollten Unternehmen darüber nachdenken, ihre Maschinen und Anlagen mit einem höheren Dienstleistungsanteil oder gar wertorientiert als Equipment-as-a-Service (EaaS) anzubieten. Service- und datenorientierte Geschäftsmodelle sorgten in der Vergangenheit für stabilere Umsatzentwicklungen im Vergleich zum transaktionalen Geschäft, da die Kundenbindung und Wechselhürden höher sind. Churn-Raten bei Subskriptionsmodellen liegen bei ca. 5 bis 6% (GoCardless SAS).

Insgesamt verdeutlichen diese Trends, dass Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau innovative Technologien und Strategien benötigen, um die Herausforderungen der Zukunft erfolgreich zu meistern.

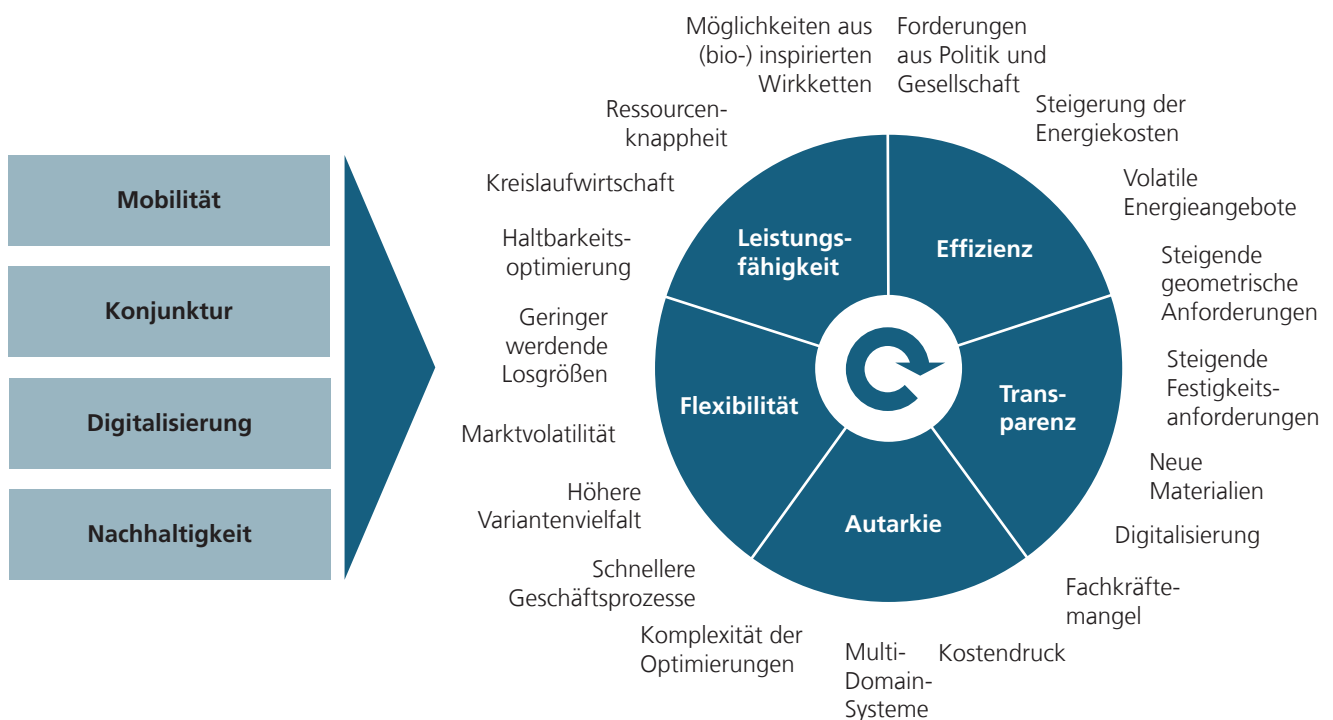


Abbildung 1: Einflussgrößen und daraus erwachsende technische Anforderungen im industriellen Umfeld

3 Vom transaktionalen Produkt zum nachhaltigen Service

Maschinen- und Anlagen entwickeln sich ständig weiter, beeinflusst durch die Megatrends Servitization und Digitalisierung. Diese Trends fördern sich gegenseitig: Digitale Lösungen steigern die Effizienz bestehender Dienstleistungen, während neue datengestützte Services entstehen. Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau müssen sowohl marktgetriebene als auch technologiegetriebene Innovationsansätze

berücksichtigen. Die Kombination dieser Trends führt zu »Smart Services«, digitalen Diensten, die auf den (Zustands-) Daten physischer Produkte basieren und Stakeholdern Mehrwerte bieten. Abbildung 2 zeigt die neu entstehenden Leistungsangebote, damit verbundene Artefakte/Ergebnisse sowie Chancen für die Wettbewerbsdifferenzierung auf.

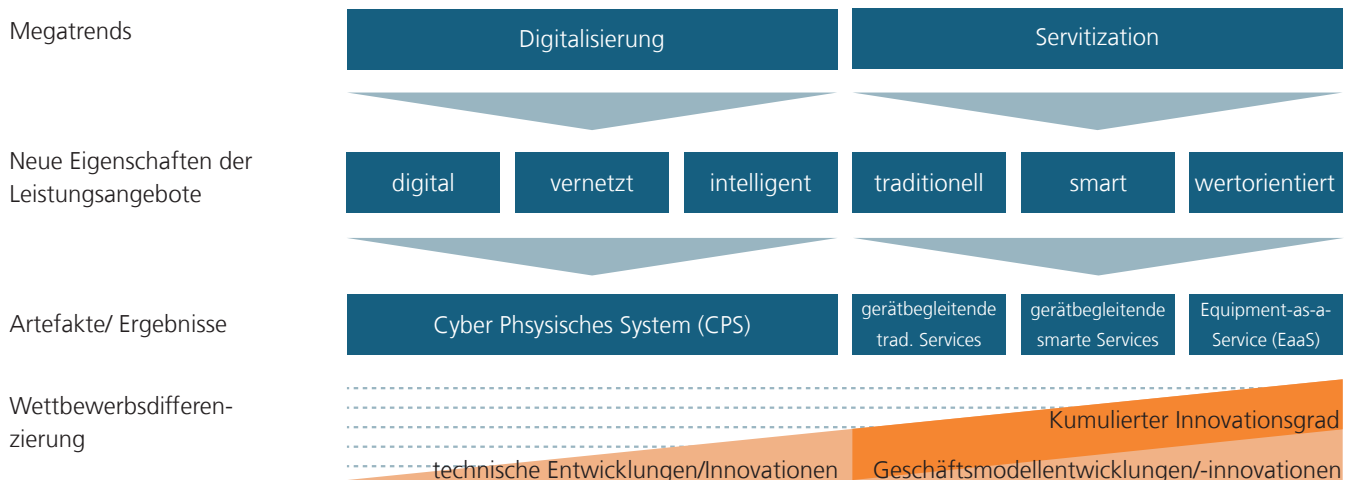


Abbildung 2: Megatrends Digitalisierung und Servitization und deren Auswirkungen (Fleisch et al., 2014; Kett et al., 2021; Koldewey et al., 2020)

Die Digitalisierung hat maßgeblichen Einfluss auf die technische Entwicklung von Maschinen und Anlagen zu cyber-physischen Systemen. Dabei werden drei grundlegende Entwicklungsschritte unterschieden:

Digital

Die digitale Transformation beginnt mit der Umwandlung analoger Informationen in digitale Formate. Diese Digitalisierung ermöglicht es, Daten effizienter zu speichern, zu verarbeiten und zu analysieren. Maschinen und Anlagen werden mit Sensoren und Software ausgestattet, die eine präzise Datenerfassung ermöglichen. Diese digitalen Daten sind die Grundlage für weitere Optimierungen und Innovationen, da sie Unternehmen helfen, fundierte Entscheidungen zu treffen und die Leistung ihrer Produkte kontinuierlich zu verbessern.

Vernetzt

Die Vernetzung von Maschinen und Anlagen ist ein entscheidender Schritt in der Digitalisierung. Durch die Verbindung über Netzwerke, wie das Internet oder lokale Intranets, können Maschinen miteinander kommunizieren und Daten in Echtzeit austauschen. Diese Vernetzung ermöglicht eine kooperative Steuerung von Produktionssystemen sowie -prozessen und schafft Synergien zwischen verschiedenen Anlagen. Zudem spielt die Anbindung an Cloud-Plattformen eine zentrale Rolle. Durch die Integration von Cloud-Anwendungen können Unternehmen auf eine skalierbare Infrastruktur zugreifen, die eine

umfassende Datenanalyse, -speicherung und -verarbeitung ermöglicht. Die Cloud stellt eine Infrastruktur für die sichere Speicherung, großer Datenmengen zur Verfügung, auf die von überall zugegriffen werden kann, was die Flexibilität und Zusammenarbeit verbessert. Darüber hinaus können vernetzte Systeme nahtlos in Backend-Systeme wie Enterprise-Resource-Planning (ERP) und Manufacturing-Execution-Systeme (MES) integriert werden. Dies führt zu einer besseren Planung, Überwachung und Steuerung der gesamten Produktionskette, wodurch die Effizienz und Flexibilität erhöht wird.

Intelligent

Intelligente Maschinen und Anlagen nutzen Künstliche Intelligenz (KI) und fortschrittliche Algorithmen, um ihre Leistungsfähigkeit zu steigern. Diese Technologien befähigen die Systeme, aus gesammelten Daten zu lernen, Muster zu erkennen und Vorhersagen zu treffen. Intelligente Assistenten können dabei unterstützen, Prozesse zu optimieren, indem sie Empfehlungen geben oder Entscheidungen automatisieren. Durch prädiktive Wartung können mögliche Probleme frühzeitig identifiziert werden, was Ausfallzeiten reduziert. Intelligente Systeme sind in der Lage, sich an verändernde Anforderungen anzupassen und autonom Entscheidungen zu treffen. Insgesamt führt dies zu einer höheren Effizienz, einer besseren Ressourcennutzung und der Fähigkeit, innovative Lösungen zu entwickeln, die den spezifischen Bedürfnissen des Marktes gerecht werden.

Jeder dieser Trends beeinflusste die Entwicklung von Maschinen und Anlagen auf seine eigene Art und Weise. Innovative Technologien zur Verbesserung bestehender bzw. Realisierung neuer Produktfunktionen sorgten ebenso für größere Disruptionen in den Märkten wie neue, oft serviceorientierte Geschäftsmodelle und Angebote. Eine stärkere Serviceorientierung und die digitale Zusammenführung zahlreicher Stakeholder im Rahmen von digitalen Ökosystemen veränderte die Grundstrukturen bestehender Märkte teilweise deutlich (z. B. Mobilität mittels Uber, Übernachtungen mittels Airbnb, ...) und erschwerte den Wettbewerb etablierter Wettbewerber oder nahm diese komplett aus ihren Märkten.

Das Zusammenspiel von Produktfunktionen und Serviceangeboten wird bei Product-Service-Systems (PSS) deutlich. PSS sind integrierte Angebote, die Produkte und Dienstleistungen kombinieren, um den Bedürfnissen der Kunden besser gerecht zu werden. Diese Systeme bieten zahlreiche Vorteile wie eine höhere Kundenzufriedenheit und eine stärkere Kundenbindung. Durch den Fokus auf Nachhaltigkeit tragen sie zur Reduzierung des Ressourcenverbrauchs bei. Zudem ermöglichen sie eine größere Flexibilität, um sich an Marktveränderungen anzupassen. Die Einführung von PSS erfordert ein Umdenken

in der Unternehmensstrategie, um den Wert für den Kunden zu maximieren.

Die Übersicht von PSS dient u. a. als Ordnungssystem für Geschäftsmodelle und Leistungsangebote. In der Praxis ist es üblich, dass unterschiedlichste Ausprägungen nebeneinander existieren und verschiedene Zielgruppen mit deren jeweiligen Bedarfen angesprochen werden. Im Ordnungssystem von Arnold Tukker (vgl. Abbildung 3) befinden sich die produkt-dominierten Geschäftsmodelle und Leistungsangebote auf der linken Seite, während rechts der Dienstleistungsanteil und -charakter dominiert. Dazwischen befindet sich ein Kontinuum, in dem die Sach- und Dienstleistungsanteile in Abhängigkeit zu den genannten Polen ab- bzw. zunehmen.

Einen möglichen Entwicklungspfad von transaktionalen Produktangeboten zu Service-orientierten Leistungsangeboten zeigt Abbildung 4. Während viele Maschinen- und Anlagenbauer meist einfache PSS anbieten, in denen produktnahe Dienstleistungen wie bspw. Beratungen, Konfigurationsunterstützung, Wartungen, Reparaturen, Ersatzteilservices und Retrofit enthalten sind, fällt vielen Unternehmen der Entwicklungsschritt zu smart Product-Service-Systems (sPSS) schwerer.

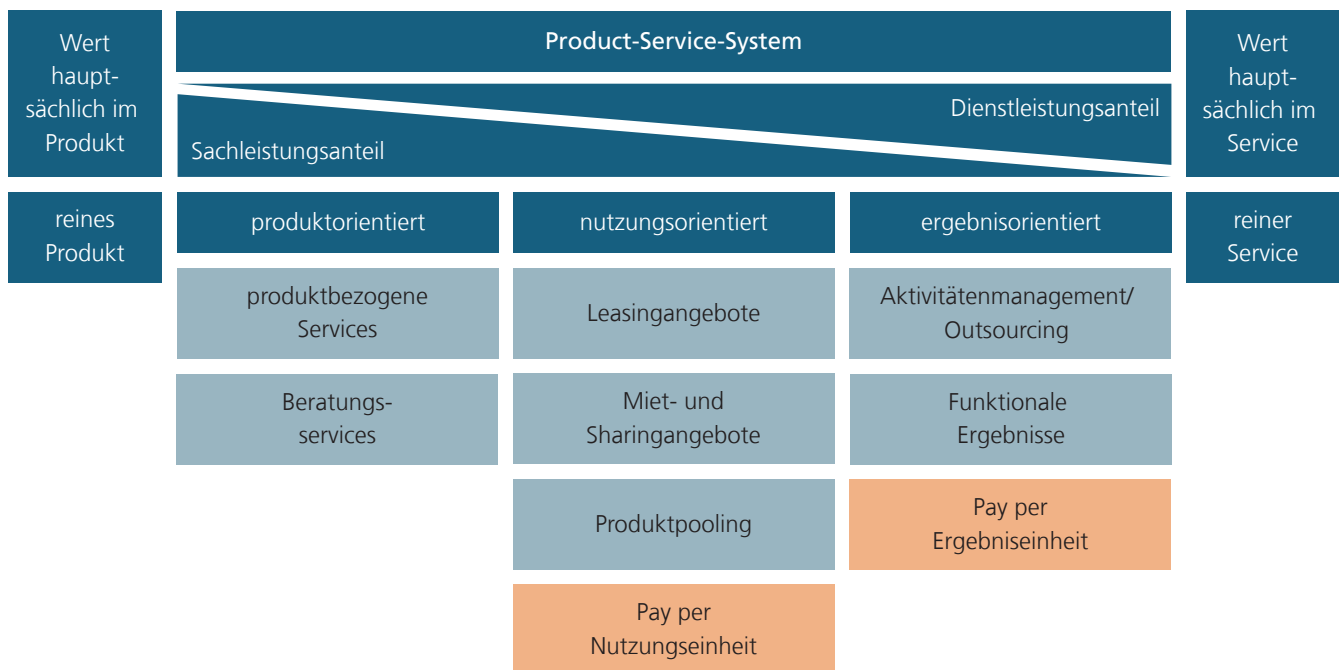


Abbildung 3: Wertorientierte Geschäftsmodelle in der Übersicht von Product-Service-Systems (Quelle: (Tukker, 2004), angepasst durch Fraunhofer IAO)

Ein Smart Service ist dabei eine digitale Dienstleistung, die durch den Einsatz von Technologien wie IoT, KI und Datenanalyse optimiert wird. Diese Dienstleistungen bieten den Kunden personalisierte, effiziente und oft vorausschauende Lösungen. Smart Services zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, Informationen mittels Sensoren in Echtzeit zu sammeln und zu verarbeiten, um den Nutzen für den Endverbraucher durch weiterführende Funktionalität zu maximieren und Abläufe zu verbessern.

Neben der Servitization muss die Digitalisierung der zugrundeliegenden Maschine hin zu einem CPS (Cyber-physisches System) erfolgt sein, sodass darauf aufbauend Statusinformationen mittels Sensorik und Vernetzung an digitale Services zur weiteren Verarbeitung übermittelt werden können. Im Maschinen- und Anlagenbau finden Smart Services zunehmend Anwendung, um Effizienz und Produktivität zu steigern. Ein Beispiel ist die vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance), bei den IoT-Sensoren an Maschinen installiert werden, um deren Zustand in Echtzeit zu überwachen. Dadurch können Wartungsarbeiten mit ausreichend Vorlauf geplant werden,

bevor es zu einem Ausfall kommt, was Kosten und Ausfallzeiten reduziert.

Ein weiteres Beispiel bilden digitale Zwillinge, die virtuelle Nachbildungen von physischen Anlagen darstellen. Diese ermöglichen eine detaillierte Analyse und Simulation von Betriebsabläufen, wodurch Optimierungen in der Produktion leichter durchgeführt werden können. Zusätzlich nutzen viele Unternehmen Fernwartungsdienste, bei denen Techniker über digitale Plattformen auf Maschinen zugreifen können, um Probleme zu diagnostizieren und Lösungen anzubieten, ohne vor Ort sein zu müssen. Diese Smart Services verbessern nicht nur die Effizienz, sondern auch die Kundenzufriedenheit, da Probleme schneller gelöst werden können.

Ausgehend vom sPSS, liegt der nächste Entwicklungsschritt hin zu serviceorientierten Leistungsangeboten in der Ausgestaltung von Equipment-as-a-Service-Angeboten.

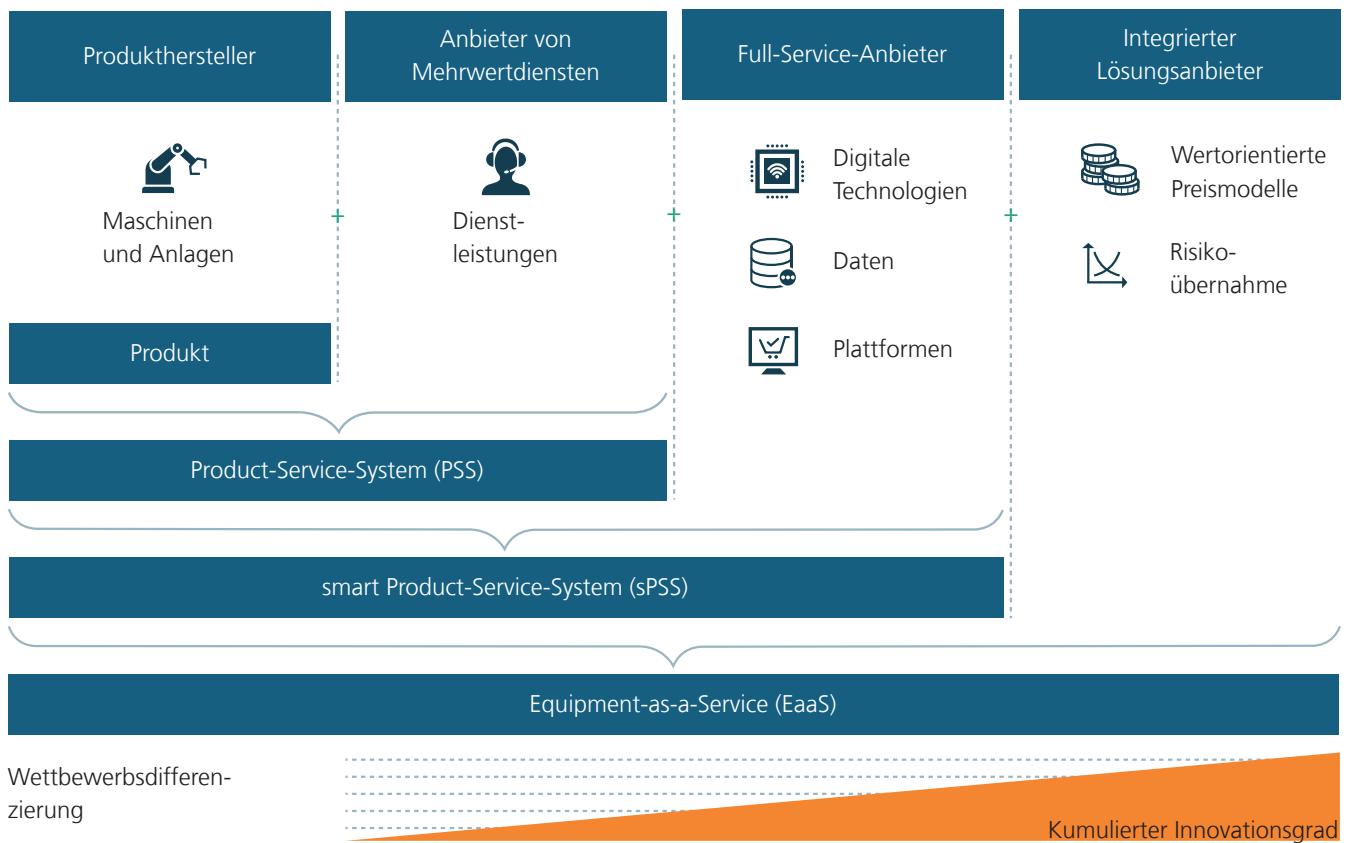


Abbildung 4: Entwicklungspfad von transaktionalen Produktangeboten zu Service-orientierten Leistungsangeboten

»Equipment-as-a-Service« (EaaS) ist ein innovatives Geschäftsmodell, bei dem Unternehmen ihren Kunden Geräte oder Maschinen als Dienstleistung anbieten, anstatt sie zu verkaufen. Kunden zahlen für die Nutzung des Equipments, wodurch sie hohe Anfangsinvestitionen vermeiden und die Kosten besser kalkulieren können.

Dieses Modell umfasst in der Regel Wartung, technischen Support und regelmäßige Upgrades, sodass die Kunden stets Zugang zu modernster Technologie haben. EaaS fördert eine flexible und bedarfsgerechte Nutzung der Ressourcen, was die Effizienz steigert und Planungen erleichtert.

Ein wesentlicher Aspekt von EaaS ist die Interessensgleichrichtung zwischen Anwender und Anbieter. Beide Parteien verfolgen ähnliche Ziele: Der Anwender möchte eine effiziente Nutzung und hohe Verfügbarkeit des Equipments, während der Anbieter darauf abzielt, die Kundenzufriedenheit und -bindung zu maximieren. Ebenso wird der finanzielle Nutzen zwischen beiden Parteien aufgeteilt.

Darüber hinaus ermöglicht EaaS oft eine wertorientierte Bezahlung, bei der die Kosten an den tatsächlichen Nutzen gekoppelt sind, den der Kunde aus der Nutzung des Equipments zieht. Diese flexible Preisgestaltung fördert die Zusammenarbeit und stellt sicher, dass beide Seiten von der Partnerschaft profitieren. So entsteht eine langfristige Beziehung, die sowohl wirtschaftlichen als auch strategischen Mehrwert bietet.

Die verschiedenen, in Abbildung 4 aufgezeigten Entwicklungsschritte existieren in der Praxis parallel nebeneinander, da die Geschäftsmodelle und Leistungsangebote auf einzelne Kundengruppen zugeschnitten werden. Dadurch könnte beispielsweise ein sPSS sowohl traditionell zum Kauf als auch als EaaS angeboten werden.

4 Aufbau und Gestaltung wertorientierter Geschäftsmodelle

4.1 Aufbau

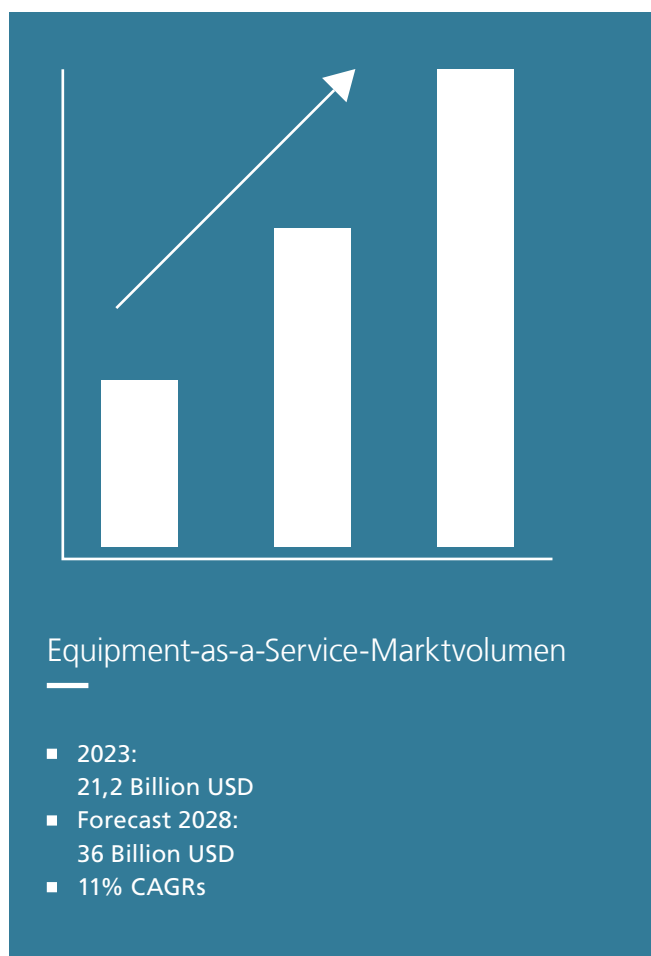


Abbildung 5: Marktvolumen von Equipment-as-a-Service-Modelle (Kulezak, 2024)

Die Abbildung 6 verdeutlicht die enge Beziehung zwischen Anbieter und Kunde als zentrale Grundlage von EaaS-Geschäftsmodellen (industrieller Subscription-Geschäftsmodelle). In diesem Geschäftsmodell stellt der Anbieter eine Leistung – beispielsweise Maschinen, Software oder Services – bereit, ohne dass ein Eigentumsübergang der Maschine an den Kunden stattfindet. Stattdessen bleibt die Verantwortung für die Verfügbarkeit, Wartung und Optimierung beim Anbieter. Die Abrechnung erfolgt nicht als Einmalzahlung, sondern auf Basis vereinbarter Zeit- oder Leistungsgrößen, was regelmäßig wiederkehrende Zahlungen ermöglicht.

Der Anbieter fokussiert sich darauf, die Bedürfnisse der Kunden zu verstehen, indem Nutzungsdaten kontinuierlich erhoben und analysiert werden. Diese Erkenntnisse fließen direkt in kundenspezifische Produktverbesserungen ein, wodurch die Effizienz und Leistungsfähigkeit der bereitgestellten Lösung stetig gesteigert werden. Dies trägt nicht nur zur Optimierung der Produkte und Services bei, sondern schafft auch eine starke Kundenbindung, da die Lösungen individuell auf die Anforderungen des Kunden zugeschnitten sind.

Für den Kunden bedeutet dieses Modell im Idealfall Flexibilität, da es oft kurzfristig kündbar ist und er lediglich für tatsächlich genutzte Leistungen bezahlt. In der Realität sind oft mehr oder weniger hohe Wechselbarrieren eingebaut. Gleichzeitig profitiert der Kunde von einer kontinuierlichen Verbesserung der Produkte und Services, die auf seinen spezifischen Bedürfnissen basieren. Insgesamt entsteht eine Win-win-Situation, in der Anbieter und Kunde gemeinsame Ziele verfolgen und langfristig auf eine partnerschaftliche Zusammenarbeit setzen (vgl. Abbildung 6).

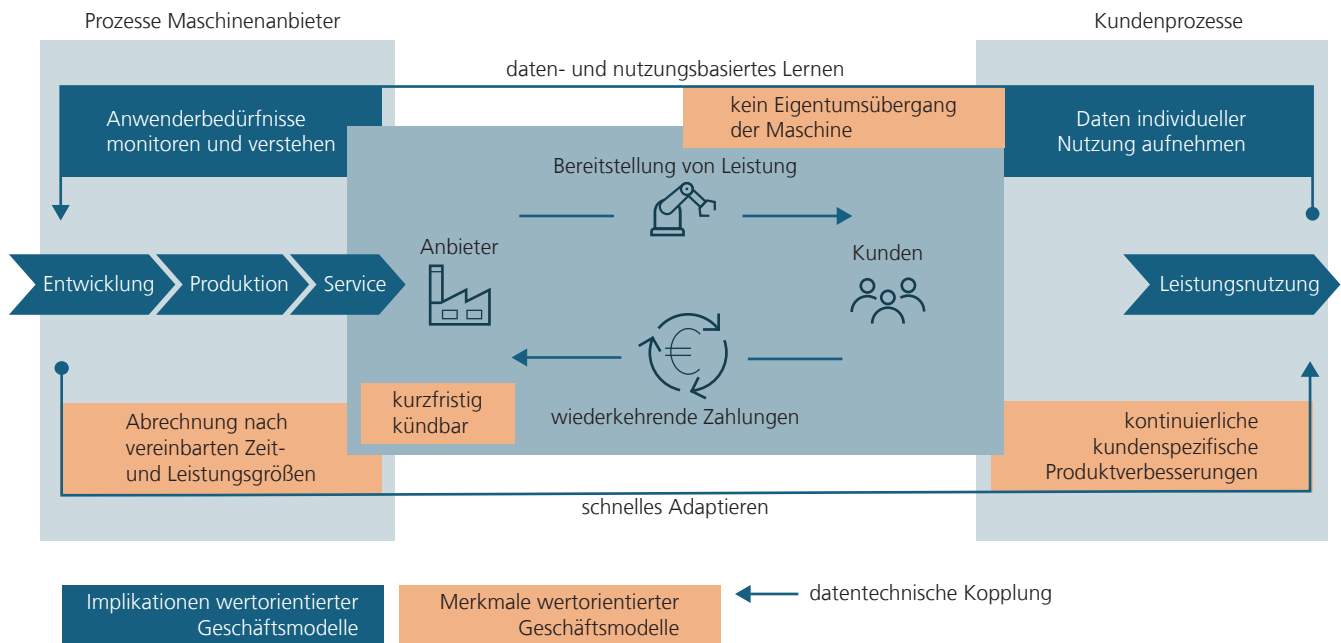


Abbildung 6: Kundenbeziehung im Rahmen von EaaS-Geschäftsmodellen (in Anlehnung an Frank et al., 2021)

4.2 Gestaltung

Der EaaS-Canvas ist ein strukturierter Ansatz zur Entwicklung und Gestaltung von Equipment-as-a-Service (EaaS)-Geschäftsmodellen. Er dient als Werkzeug, um die verschiedenen Elemente eines EaaS-Angebots systematisch zu erfassen und in einen ganzheitlichen Geschäftsmodellrahmen zu integrieren.

Mit dem EaaS-Canvas können Unternehmen eine klare Strategie entwickeln, um traditionelle Geschäftsmodelle zu transformieren und wiederkehrende Einnahmen durch wertorientierte Dienstleistungen zu erzielen.

Bestandteile des EaaS-Canvas:

1. Kunden und Anwender: Identifikation der Zielgruppen und Anwendertypen, die von einem EaaS-Angebot profitieren.
2. EaaS-Angebot: Definition der Kernleistung und des Nutzenversprechens des Angebots.
3. Wertschöpfung und Organisation: Analyse der organisatorischen und technischen Voraussetzungen für die Umsetzung des Modells.
4. Rechtliche Aspekte: Klärung regulatorischer Anforderungen und Vertragsbeziehungen.
5. Preisgestaltung und Kosten: Entwicklung eines tragfähigen Preismodells, das die variablen und fixen Kosten berücksichtigt.

Bedeutung des EaaS-Canvas:

Der EaaS-Canvas erleichtert die strukturierte Erarbeitung und Validierung von EaaS-Geschäftsmodellen, mit folgenden Vorteilen für die Unternehmen:

- **Kundenzentrierung:** Durch die Analyse von Kundenbedürfnissen wird ein spezifisches Angebot entwickelt.
- **Effizienz:** Der Canvas sorgt für eine klare Übersicht und hilft, Ressourcen zielgerichtet einzusetzen.
- **Koordination:** Er unterstützt die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Stakeholdern, einschließlich interner Abteilungen und externer Partner.
- **Risikomanagement:** Aspekte wie rechtliche Rahmenbedingungen und Partnerintegration werden frühzeitig berücksichtigt, um Risiken zu minimieren.
- **Wirtschaftlichkeit:** Der Canvas ermöglicht es, die Machbarkeit und Profitabilität des Modells in verschiedenen Phasen zu überprüfen.

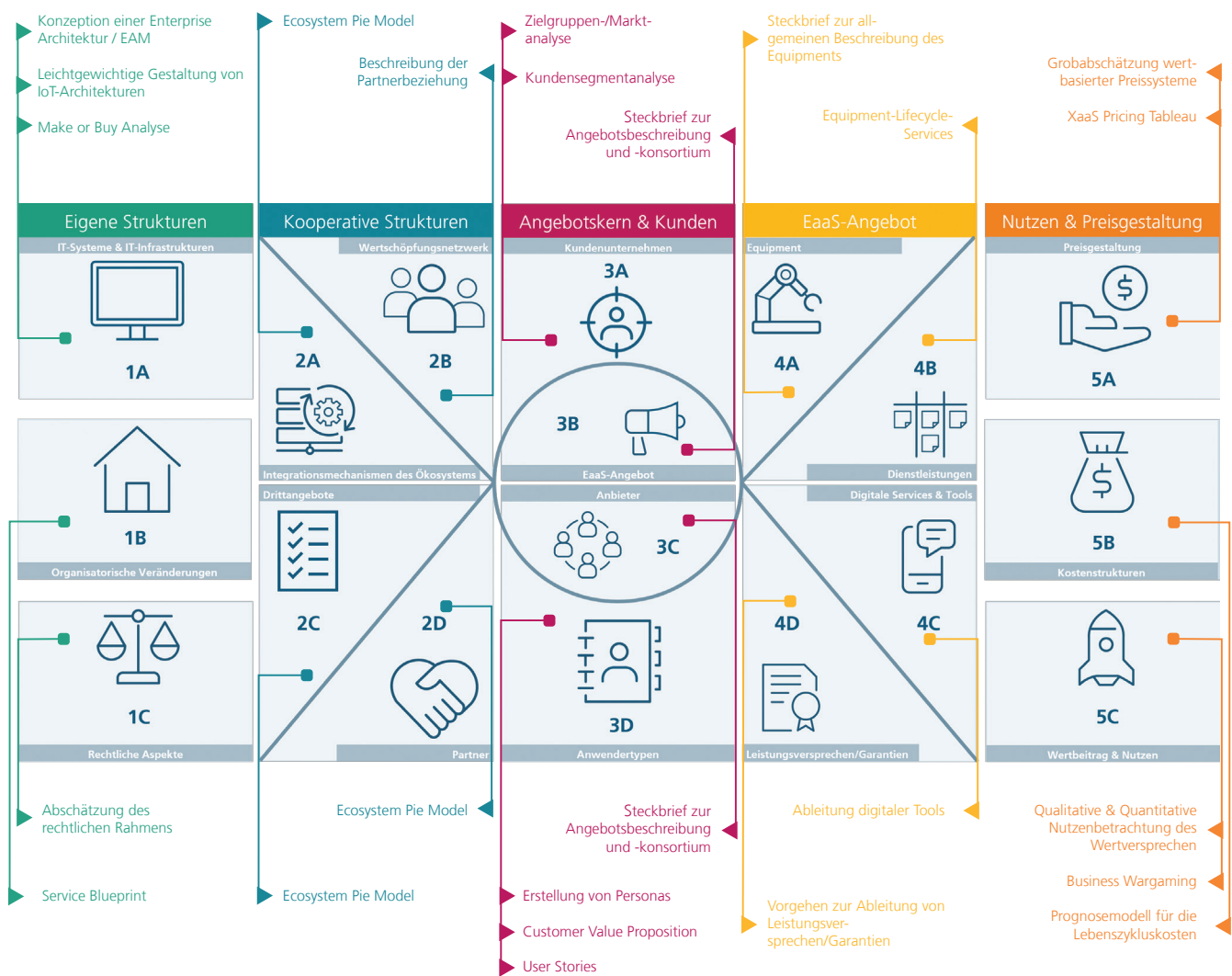


Abbildung 7: Equipment-as-a-Service-Canvas (EaaS-Canvas) (Kett et al., 2024)

4.3 Systematisierung bestehender Modelle in der Produktionstechnik

Die Vielfalt an Produktionssystemen und -prozessen spiegelt sich zwangsläufig in einer breiten Palette flexibler Geschäftsmodelle wider. Eine Möglichkeit zur Systematisierung und Klassifizierung bietet das oben erwähnte Ordnungssystem von Arnold Tukker (Tukker, 2004), das Geschäftsmodelle hinsichtlich ihrer Gestaltung und ihres Leistungs- bzw. Dienstleistungsversprechens in produkt-, nutzungs- und ergebnisorientierte Ansätze unterteilt (Tukker, 2004), wie in Abbildung 3

schematisch dargestellt. Dabei erfordern diese flexiblen Geschäftsmodelle in der Produktionstechnik zunehmend einen Austausch von Produktionsdaten. Hierbei lassen sich diese Geschäftsmodelle nach dem Grad der Integration von Daten und Parametern klassifizieren, der als Grundlage für eine flexible, nutzungs-basierte Abrechnung dient, wie in Abbildung 8 dargestellt.

Transparenz in der Produktion		
Niedrig		Hoch
a. Abrechnung auf Basis von Einzelindikatoren	b. Abrechnung auf Basis von Nutzungs- und Risikoindikatoren	c. Abrechnung auf Basis von Abnutzungsfaktoren
$B(t) = n(t) \cdot i(t)$	$B(t) = n(t) \cdot (i_{nutzung}(t) + i_{risiko}(t))$	$B(t) = n(t) \cdot (i_{nutzung}(t) + i_{deg}(t) + i_{risiko}(t))$
Abrechnung basierend auf Einzelparameter wie: ▪ Betriebsstunden ▪ Anzahl der produzierten Güter ▪ ...	Erweiterung der Abrechnungsbasis um Nutzungs- und Risikoindikatoren: ▪ Prozess- und zustandsrelevante Parameter (z.B. Prozesskräfte, Temperatur, Weg,...) ▪ Betriebsparameter ▪ Technische Unsicherheiten	Erweiterung der Abrechnungsbasis um Belastungs- und Verschleißindikatoren wie: ▪ Beanspruchung der Maschinenkomponenten ▪ Verschleiß und Abnutzung von Maschinenkomponenten
Industrie		
t Betriebszeitinkrement	$B(t)$ Abrechnung	$i_{nutzung}$ Nutzungsindikator
i Belastungsinkrement	$n(t)$ Anzahl der Abrechnungsinkremente	i_{risiko} Risikoindex
	$i(t)$ Abrechnungsindikator	i_{deg} Abnutzungsindikator

Abbildung 8: Typisierung von nutzungsabhängigen Geschäftsmodellen in der Produktionstechnik

Geschäftsmodelle (TRUMPF SE + Co. KG, 2024), wie in Abbildung 8 a. dargestellt, stützen sich dabei vor allem auf einfache Einzelparameter zur Abrechnung, beispielsweise die Betriebsdauer (TRUMPF SE + Co. KG, 2024), die Länge oder die Anzahl der produzierten Güter (TRUMPF SE + Co. KG, 2024). Diese Art von Geschäftsmodellen, die auf einfachen Kennzahlen beruhen, sind jedoch nur für die Serienproduktion mit gleichbleibenden Fertigungsprozessen geeignet. Dessen ungeachtet können komplexe Maschinen wie Werkzeug- und

Umformmaschinen sehr variierend betrieben werden. Einfache Einzelparameter wie die Betriebszeit sind als alleinige Abrechnungsindikatoren von wertorientierten Geschäftsmodellen oftmals nicht ausreichend. In Alaluss et al. (2022) wird ein verallgemeinertes Modell für die flexible Abrechnung eingeführt, das die Maschinennutzung und das Risikoverhalten berücksichtigt (vgl. Abbildung 8 b.). Dabei wird zwischen einem Nutzungs- und einem Risikoindikator unterschieden. Während der Nutzungsindikator detaillierte Informationen über die

tatsächliche Maschinennutzung liefert, bildet der Risikoindikator die verbleibende Unsicherheit aus dem Maschinenbetrieb ab, da eine vollständige Transparenz des Produktionssystems nicht angenommen werden kann (Alaluss et al., 2022). Es beschreibt nicht nur die technischen Unsicherheiten, sondern auch das Risiko, dass das Produktionssystem nicht genutzt wird, aus Gründen wie z. B. Maschinenausfall, fehlenden Aufträgen oder nicht verfügbares Bedienpersonal.

Um die Transparenz in der Nutzung von komplexen Produktionssystemen wie spanende und umformende Werkzeugmaschinen sowohl für Anwender als auch für Anbieter zu erhöhen, bildet die Kopplung der Abrechnung mit der tatsächlichen Belastung und der daraus resultierenden Beanspruchung sowie dem Verschleiß an der Maschine einen vielversprechenden Ansatz (TU Darmstadt, 2024). Dabei wird angenommen, dass der Wertverlust über den ermittelten Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Belastung und Abnutzung anhand der festgelegten Belastungskenngrößen mit ausreichender Genauigkeit dargestellt werden kann. Die Methode zur Entwicklung eines Belastungsindikators für spanende Werkzeugmaschinen nutzt hierbei die prozessbedingte Belastung (Antriebsdaten) zur Berechnung der Komponentenbelastung,

die zur Abnutzungsprognose herangezogen werden, und anschließend auf Maschinenebene aggregiert werden (TU Darmstadt, 2024; Kohn et al., 2022).

Attraktive, den Mehrwert beim Kunden steigernde Angebote, bringen eine Risikoverschiebung in Richtung des Anbieters mit sich. Abhängig vom genauen Zuschnitt des Portfolios positionieren sie sich im Markt zwischen den beiden Optionen: (1) dem Kauf einer Maschine mit eventuell begleitenden Services und (2) der Beauftragung von Auftragsfertigern (Kett et al., 2022).

- Bei verfügbarkeitsorientierten Geschäftsmodellen übernimmt der Anbieter das Investitions- und Verfügbarkeitsrisiko.
- In nutzungsorientierten Geschäftsmodellen trägt der Anbieter zudem das Marktrisiko.
- Wenn eine ergebnisorientierte Leistung angeboten wird, kommen zusätzlich das Prozessrisiko sowie das Qualitäts- und Produktivitätsrisiko hinzu.
- Bei erfolgsorientierten Geschäftsmodellen wird darüber hinaus das Wertrisiko auf den Anbieter übertragen (Evckenko et al., 2022).

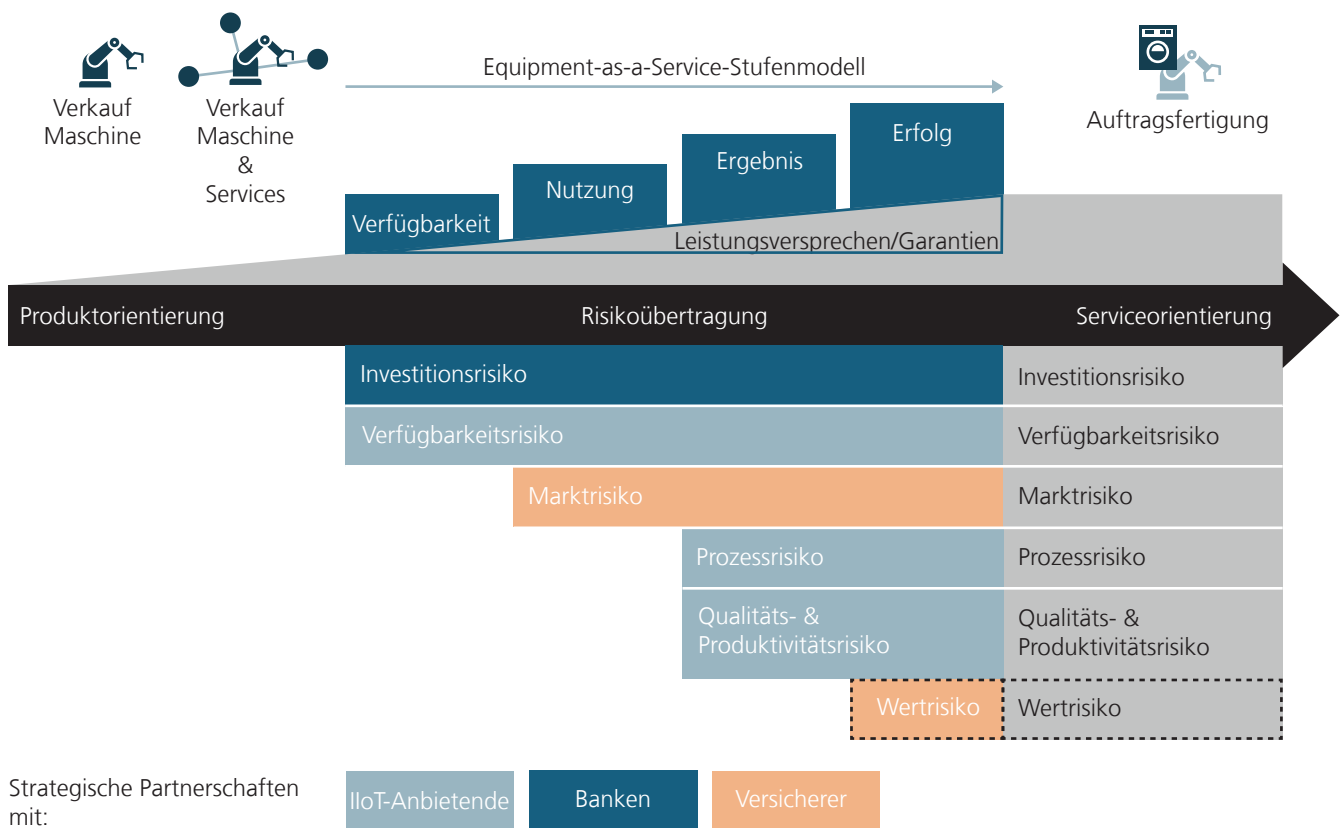


Abbildung 9: Risikoverteilung bei wertorientierten Geschäftsmodellen in der Produktionstechnik (Kett et al., 2022)

4.4 Betriebswirtschaftliche Auswirkungen

Die wirtschaftlichen Vorteile für die Nutzung von wertorientierten Geschäftsmodellen für den Anwender liegen in der Flexibilität und dem geringen Kapitaleinsatz (Krenz und Kronenwett, 2019). Im Unterschied zum klassischen Maschinenverkauf mit hohen Investitionskosten bezahlen Unternehmen nur für die tatsächlich genutzte Maschinenzeit. Das ermöglicht besonders kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ihre Liquidität und damit den Cashflow zu erhöhen sowie die liquiden Mittel für weitere Investitionen oder betriebliche Ausgaben zu verwenden (Krenz und Kronenwett, 2019). Ferner wirkt sich dies auch positiv auf den Return on Investment (ROI) des Gesamtunternehmens bzw. Anlagenanwenders aus, da die Maschine als Anlagevermögen bzw. Aktivum nicht bilanziert wird. Ferner werden die geringen Kosten im Vergleich zur Investition als variable Betriebskosten/Operational Expenditures (OP) verbucht. Dies führt zusätzlich zu einer höheren Eigenkapitalquote des Unternehmens, da kein Fremdkapital für den Kauf beansprucht wird. Eine bessere Eigenkapitalquote signalisiert eine solide finanzielle Grundlage und kann das Rating des Unternehmens verbessern, was wiederum den Zugang zu günstigeren Krediten erleichtert. Zusätzliche Vorteile ergeben sich aus der Tatsache, dass die Ausgaben unmittelbar als steuerlicher Vorteil geltend gemacht werden können. Pay-per-Use-Modelle sind flexibler, da sich ihre Kosten in der Regel in dem Zeitraum absetzen lassen, in dem die Nutzung erfolgt ist. Im Gegensatz dazu steht die Abschreibung, die über die Nutzungsdauer einer Anlage verteilt wird und die steuerliche Entlastung auf mehrere Jahre verteilt.

Die Flexibilität ist jedoch nicht auf die Liquidität begrenzt. Die Kopplung der Kosten an die Maschinennutzung ist ein wesentlicher Vorteil für den Anlagenanwender, da das Risiko für Überkapazitäten oder ungenutzte Maschinen und die damit einhergehenden laufenden Kosten auf den Leasinggeber übertragen werden. Dies trägt zur Risikominderung bei und ermöglicht es Anlagenanwendern, sich flexibler an wechselnde Marktbedingungen anzupassen. Überdies werden die Verträge mit einem erweiterten Serviceangebot geschlossen, so dass in Zeiten hoher Nachfrage und Auslastung eine hohe Anlagenverfügbarkeit garantiert ist (Krenz und Kronenwett, 2019). Darüber hinaus liegt es im Interesse des Leasinggebers, die Instandhaltung der Anlage fristgerecht und fachgerecht durchzuführen, damit die Anlage viele Jahre, eventuell auch noch von Folgekunden genutzt werden kann.

Technologisch profitiert der Anlagenanwender von dem Angebot des Leasinggebers, da in der Regel moderne Maschinen bereitgestellt werden, ohne dass sich der Kunde langfristig an eine Maschine oder einen Hersteller binden muss. Auch sind in modernen Maschinen meist fortschrittliche Komponenten zur Prozess- sowie Maschinenüberwachung integriert, mit denen detaillierte Leistungs- und Verbrauchsdaten erfasst werden können (Krenz und Kronenwett, 2019). Durch die gebotene Transparenz, Vernetzung und Überwachung der Anlage wird der Anwender zudem in die Lage versetzt, fundierte Entscheidungen zu treffen und seine Produktionsprozesse gezielt zu verbessern.

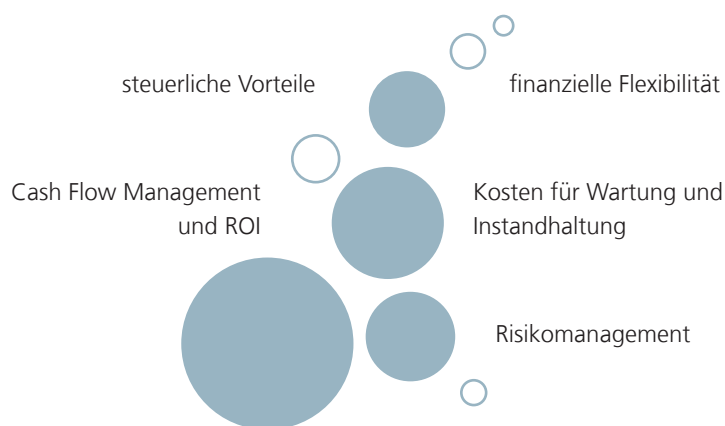


Abbildung 10: Wirtschaftliche Vorteile von wertorientierten Geschäftsmodellen

5 Use Cases wertorientierter Geschäftsmodelle

Im Folgenden werden verschiedene wertorientierte Geschäftsmodelle im produktionstechnischen Umfeld, wie Pay-per-Use, Pay-per-Outcome und Pay-per-Part sachlich neutral und ohne

Wertung vorgestellt. Die Übersichten basieren auf öffentlich zugänglichen Informationen, wobei keine Garantie auf Vollständigkeit sowie Aktualität gegeben werden kann.

5.1 Pay-per-Use

Pay-per-Use-Modelle haben in den letzten Jahren an Popularität gewonnen, da sie sowohl für Anbieter als auch für Kunden erhebliche Vorteile bieten. Diese Modelle ermöglichen es Kunden, nur für die tatsächliche Nutzung einer Maschine oder Dienstleistung zu zahlen, was zu einer höheren Kosteneffizienz und Flexibilität führt. Für Anbieter bedeuten Pay-per-Use-Modelle eine kontinuierliche Einnahmequelle und die Möglichkeit, langfristige Kundenbeziehungen aufzubauen.

In Bezug auf die Nachhaltigkeit bieten Pay-per-Use-Modelle verschiedene Dimensionen. Einerseits fördern sie die wirtschaftliche Nachhaltigkeit, da Unternehmen durch die Schaffung stabiler Kundenbeziehungen und kontinuierliche Einnahmen weniger anfällig für Marktschwankungen sind. Kunden profitieren zudem von geringeren Anfangsinvestitionen, was

ihre wirtschaftliche Tragfähigkeit erhöht. Andererseits können Pay-per-Use-Modelle auch ökologisch nachhaltiger sein. Da Anbieter Anreize haben, Maschinen optimal zu betreiben und zu warten, führt dies häufig zu einer effizienteren Nutzung der vorhandenen Ressourcen. Dies kann dazu beitragen, die Notwendigkeit für die Produktion neuer Maschinen zu verringern, da die bestehenden Maschinen effektiver genutzt werden. Ein höherer Nutzungsgrad kann den Ressourcenverbrauch und den ökologischen Fußabdruck reduzieren. Insgesamt fördern Pay-per-Use-Modelle eine effizientere Ressourcennutzung und tragen zur Schaffung nachhaltigerer Geschäftsmodelle bei, indem sie sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigen. Viele Unternehmen haben das Potenzial von Pay-per-Use bereits erkannt (siehe Tabelle 1):

Tabelle 1: Exemplarische Unternehmen mit Pay-per-Use Angebot

Unternehmen	Angebot	Details
J.G. WEISSER SÖHNE GmbH & Co. KG	Pay-per-Use für ARTERY Werkzeugmaschine	Abrechnung nach Minutennutzung, Service und Wartung inklusive Ersatzteilen
Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH	Pay-per-Use für Bearbeitungszentrum	Monatliche Grundgebühr plus nutzungsabhängige Kosten (inklusive Service und Wartung)
Mader GmbH & Co. KG	Pay-per-Use für Druckluftsysteme	Abrechnung nach Kubikmeterverbrauch, digital überwacht und in Echtzeit gewartet
Engel	Pay-per-Use für Spritzgießmaschinen	Abrechnung nach Maschinenauslastung, Online-Support und Fernwartung
Weinig	Pay-per-Laufmeter für Holzbearbeitungsmaschine	Abrechnung je bearbeitetem Laufmeter Holz zzgl. monatlicher Grundgebühr (inklusive Service, Wartung und digitale Tools zur Leistungsüberwachung)

Die J.G. WEISSER SÖHNE GmbH & Co. KG bietet für ihre ARTERY Werkzeugmaschine ein Pay-per-Use-Modell an, bei dem nach der tatsächlichen Minutennutzung der Maschine abgerechnet wird. Service und Wartung inklusive Ersatzteile sind für den Kunden kostenfrei. Ein wesentlicher Vorteil dieses

Modells ist eine hohe Kostentransparenz, da nur während der Produktion abgerechnet wird und keine Kosten bei Störungen anfallen. Zudem entfällt die Kapitalbindung, da keine Finanzierung über eine Hausbank notwendig ist (WEISSER Group, 2021).



Abbildung 11: Pay-per-Use für ARTERY Werkzeugmaschine der J.G. Weisser Söhne GmbH & Co.KG

Die Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH bietet mit HELLER4Use ein Pay-per-Use-Modell für Bearbeitungszentren an. Die Kosten setzen sich aus einer monatlichen Grundgebühr und weiteren Kosten basierend auf der Maschinennutzung

zusammen. Service, Wartung und Instandhaltung sind inbegriffen. Kunden können nach der Vertragslaufzeit die Maschine entweder zurückgeben oder weiter nutzen (Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH, 2022a, 2022b).

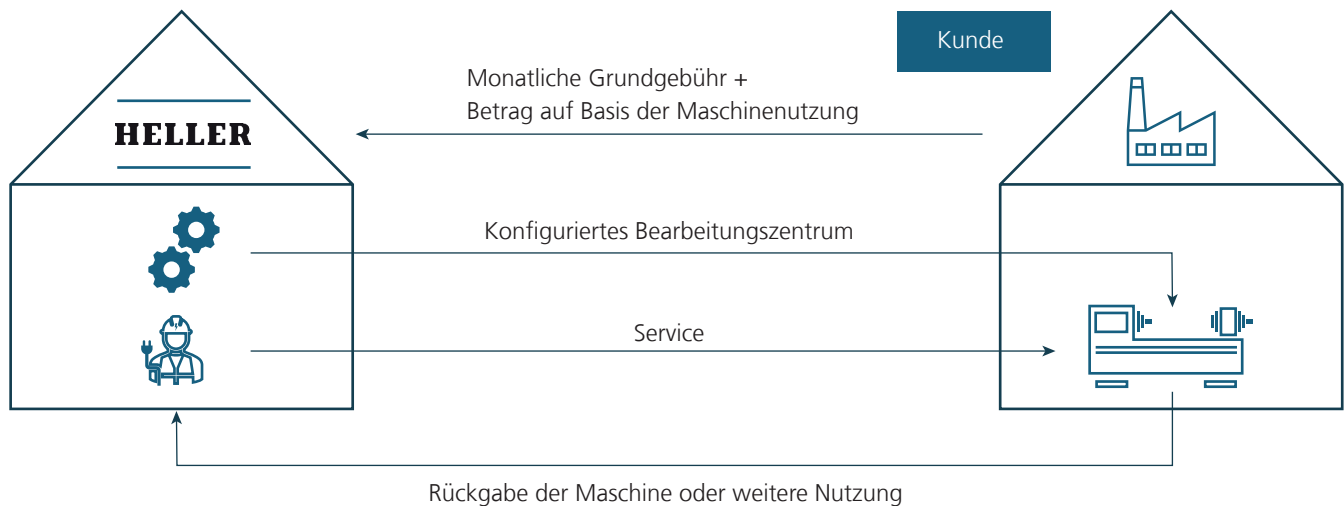


Abbildung 12: Pay-per-Use der Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH

Die Mader GmbH & Co. KG bietet ein Pay-per-Use-Modell für Druckluftsysteme an, bei dem Kunden nach Kubikmeterverbrauch zahlen. Das digital überwachte System ermöglicht Echtzeitwartung und gewährleistet höchste Effizienz und Zuverlässigkeit, inklusive Wartung und einem 24h-Notdienst. Ergänzt wird dieses Angebot durch das smarte Leckagemanagement

von LOOXR, das eine effiziente Erkennung und Dokumentation von Leckagen im Druckluftsystem ermöglicht. Dadurch sparen Kunden Energie und Zeit, indem der gesamte Prozess mit wenigen Klicks optimiert wird und vollständige Transparenz über Druckluft-Leckagen gegeben ist (Mader GmbH & Co. KG, 2024; LOOXR GmbH, 2024).

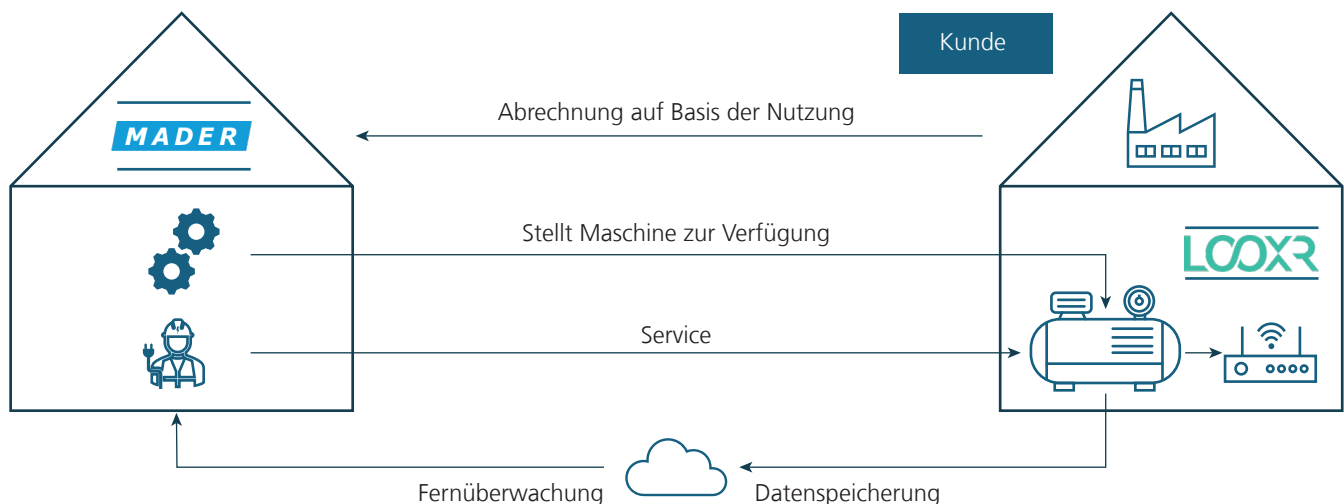


Abbildung 13: Pay-per-Use der Fa. LOOXR GmbH

Seit 2022 bietet ENGEL ein Pay-per-Use-Modell für Spritzgießmaschinen an, bei dem die Bezahlung nach Maschinenauslastung erfolgt. Kunden können nach Vertragsende die Maschine kaufen oder zurückgeben. Die Maschinen sind mit

Online-Support und Fernwartung ausgestattet, was eine kontinuierliche Unterstützung sicherstellt (ENGEL AUSTRIA GmbH, 2022, 2024).

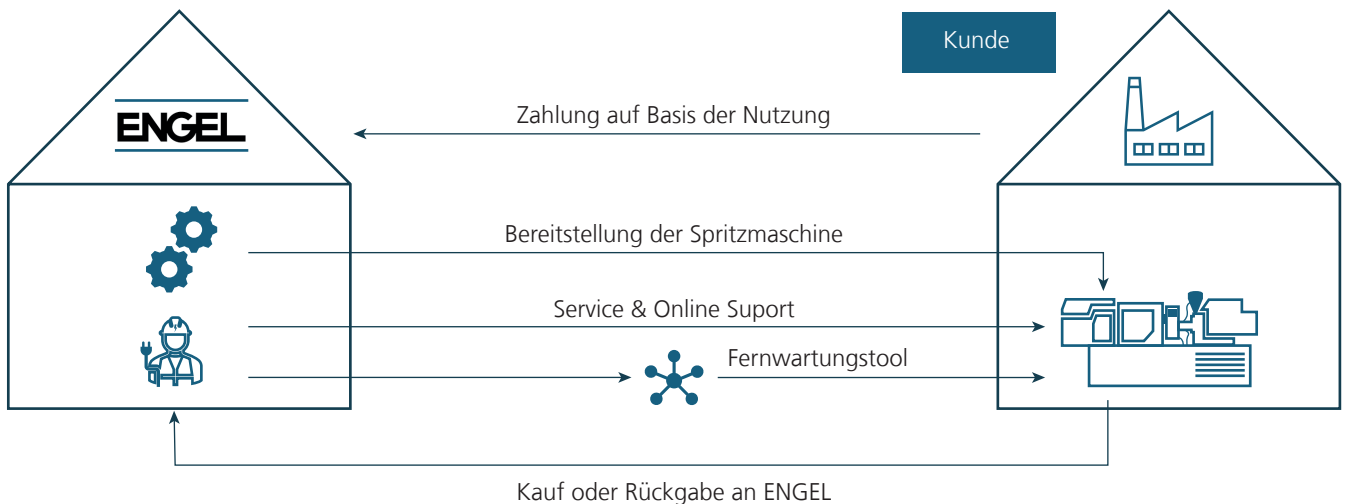


Abbildung 14: Pay-per-Use der Fa. ENGEL

Im Rahmen des Forschungsprojekts X-Forge: Woodworking-as-a-Service hat die Michael Weing AG ein nutzungsbasiertes Geschäftsmodell für die Holzbearbeitungsmaschine Powermat 700 erarbeitet (WEINIG, 2021). Die Abrechnungsbasis bildet der Laufmeter Holz, der von der Maschine bearbeitet wird, wobei hier auch eine monatliche Grundgebühr anfällt.

Inkludiert sind die Maschine, Service, Wartung, Support und der Zugriff über die Weing App Suite, ein Cloud-basiertes Monitoring-System, über das der Maschinenzustand sowie der fällige Preis eingesehen werden kann. Nach dem Ende der Vertragslaufzeit erhält der Kunde die Möglichkeit, die Maschine entweder zu kaufen oder wieder an Weing zurückzugeben.



Abbildung 15: Pay-per-Meter der Fa. Michael Weing AG

5.2 Pay-per-Outcome

Pay-per-Outcome-Modelle sind eine innovative Geschäftsstrategie, bei der Kunden nur für die tatsächlich erzielten Ergebnisse zahlen. Diese Modelle fördern eine leistungsorientierte Beziehung zwischen Anbieter und Kunde und bieten erhebliche Vorteile, darunter höhere Kosteneffizienz, bessere Planbarkeit und eine stärkere Fokussierung auf die Wertschöpfung.

Anbieter profitieren durch langfristige Kundenbeziehungen und eine kontinuierliche Einnahmequelle, während Kunden von einer klaren Kosten-Nutzen-Struktur profitieren. Bereits einige Unternehmen haben das Potenzial von Pay-per-Outcome erkannt (siehe Tabelle 2):

Tabelle 2: Exemplarische Unternehmen mit Pay-per-Outcome-Angebot

Unternehmen	Angebot	Details
Heidelberger Druckmaschinen AG	Pay-per-Outcome für Druckmaschinen	Monatliche Grundgebühr plus Gebühr pro gedrucktem Bogen inklusive Druckmaschine, Serviceleistungen, Verbrauchsgüter, Workflowmanagement und Beratungsdienstleistungen
SN Maschinenbau GmbH	Pay-per-Outcome für Verpackungsmaschinen	Monatliche Abrechnung basierend auf der tatsächlichen Nutzung der Maschine in Zusammenarbeit mit Siemens, das IoT-Lösungen zur Datenerfassung und -speicherung bietet
KAESER Kompressoren	Pay-per-Outcome für Druckluftsysteme	Abrechnung nach Kubikmeterverbrauch inklusive Vorabanalyse des Bedarfs, Konzeption der Kompressorstation und Wartung

Die Heidelberger Druckmaschinen AG bietet ein Pay-per-Outcome-Modell für ihre Druckmaschinen an. Kunden entrichten eine monatliche Grundgebühr sowie eine zusätzliche Gebühr pro gedrucktem Bogen. Das Modell umfasst die Bereitstellung

der Druckmaschine, Serviceleistungen, Verbrauchsmaterialien sowie Workflowmanagement und Beratungsdienste, wodurch eine hohe Leistungsfähigkeit und Kostentransparenz gewährleistet wird (Heidelberger Druckmaschinen AG 2024).

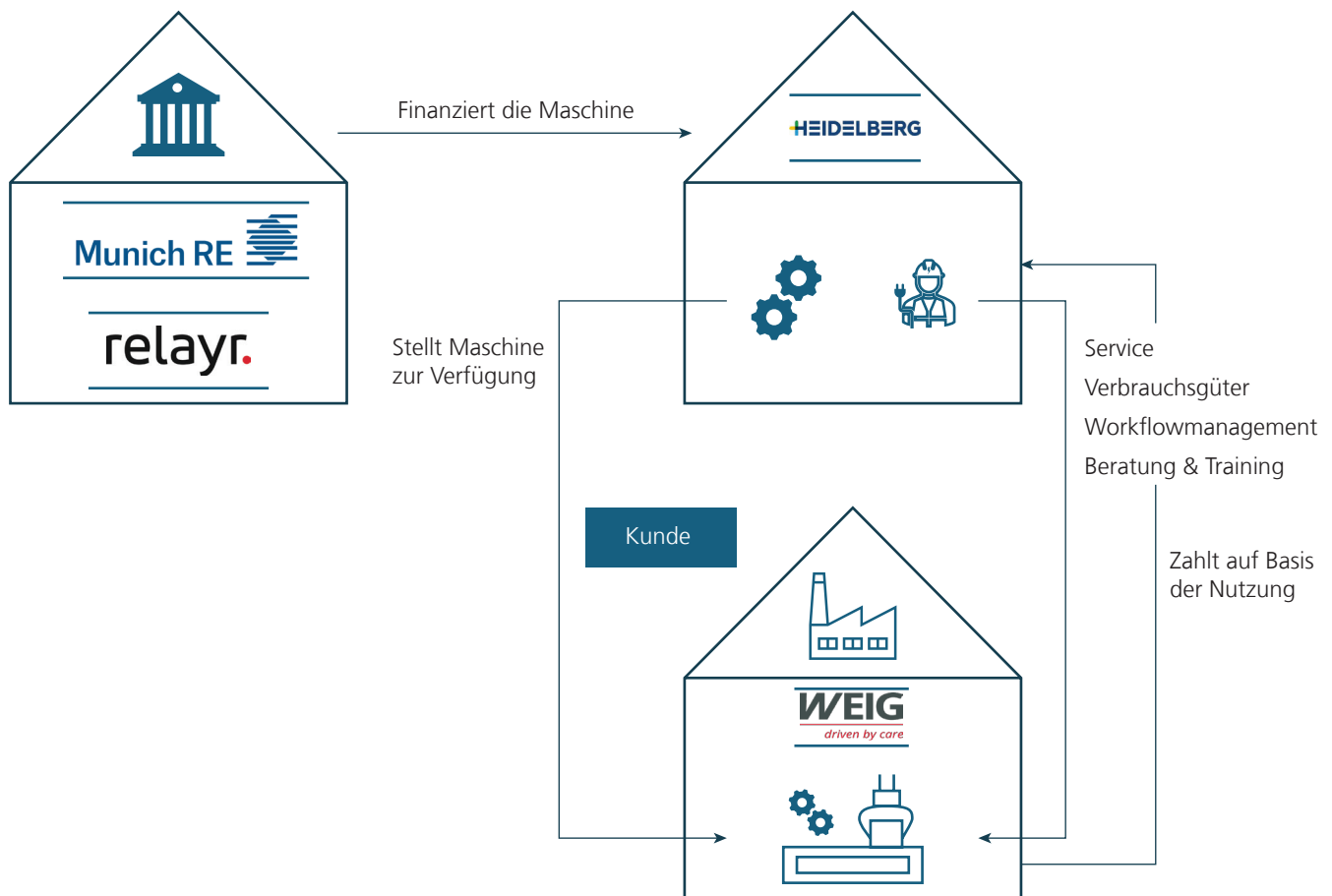


Abbildung 16: Pay-per-Outcome der Fa. Heidelberger Druckmaschinen

Die SN Maschinenbau GmbH hat in Zusammenarbeit mit Siemens ein Pay-per-Outcome-Modell für Verpackungsmaschinen entwickelt. Die monatliche Abrechnung basiert auf der tatsächlichen Nutzung der Maschine, wobei Daten in Echtzeit erfasst und in der Cloud gespeichert werden. Dieses Modell

bietet flexible Finanzierungsmöglichkeiten und ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung und Effizienzsteigerung der Produktion (SN Maschinenbau GmbH, 2024; Siemens Financial Services GmbH, 2024).

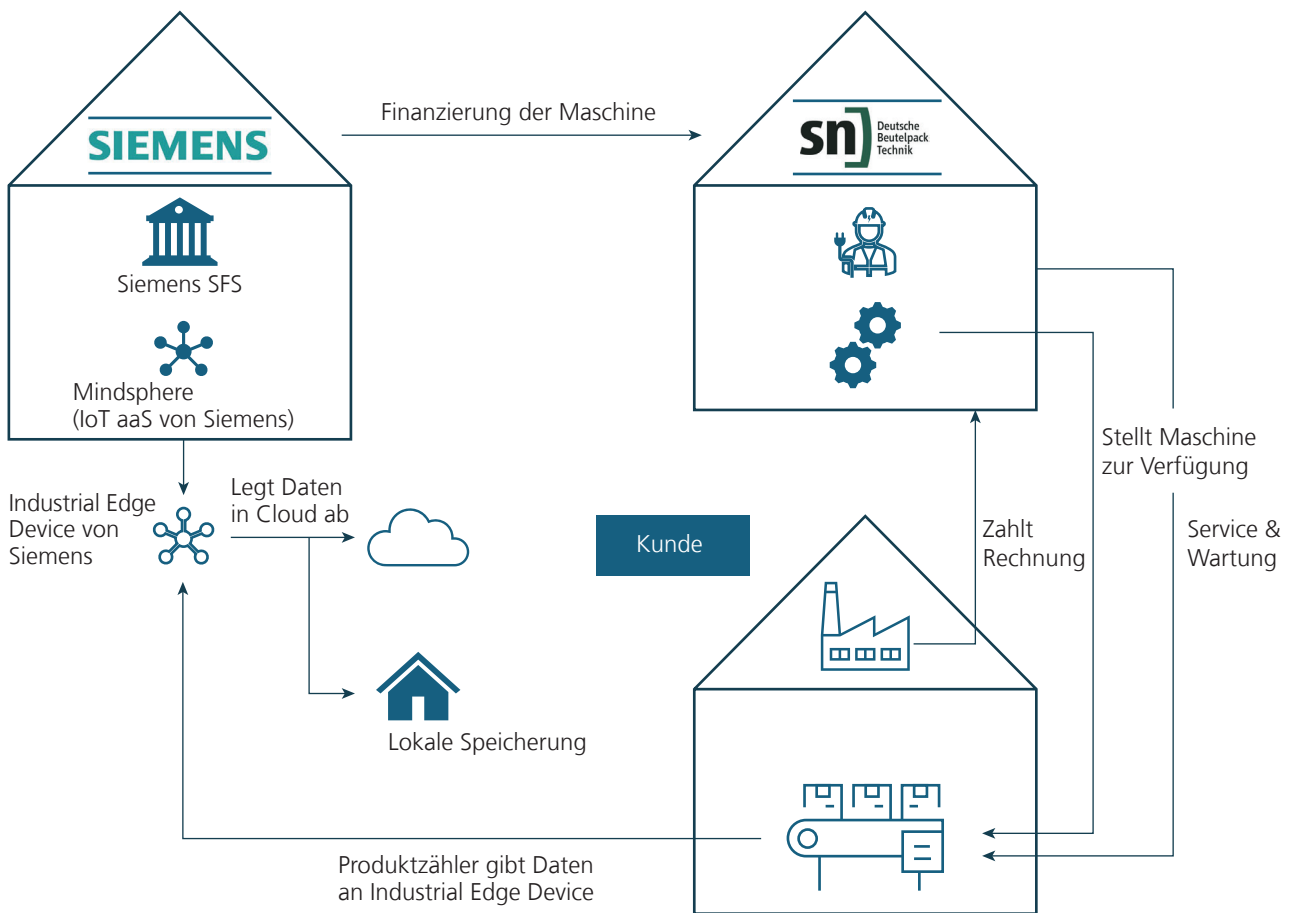


Abbildung 17: Pay-per-Outcome der Fa. SN Maschinenbau GmbH

KAESER Kompressoren bietet im Rahmen seines Pay-per-Outcome-Modells Druckluftsysteme an und rechnet nach dem Kubikmeterverbrauch ab. Kunden erhalten eine bedarfsorientierte Abrechnung, eine energieeffiziente Kompressorstation

sowie Wartungs- und Serviceleistungen. Die kontinuierliche Überwachung und Anpassung der Kapazitäten sorgen für eine optimale Leistung und Effizienz (Chan, 2019; KAESER KOMPRESSOREN, 2024; Bock et al., 2019).

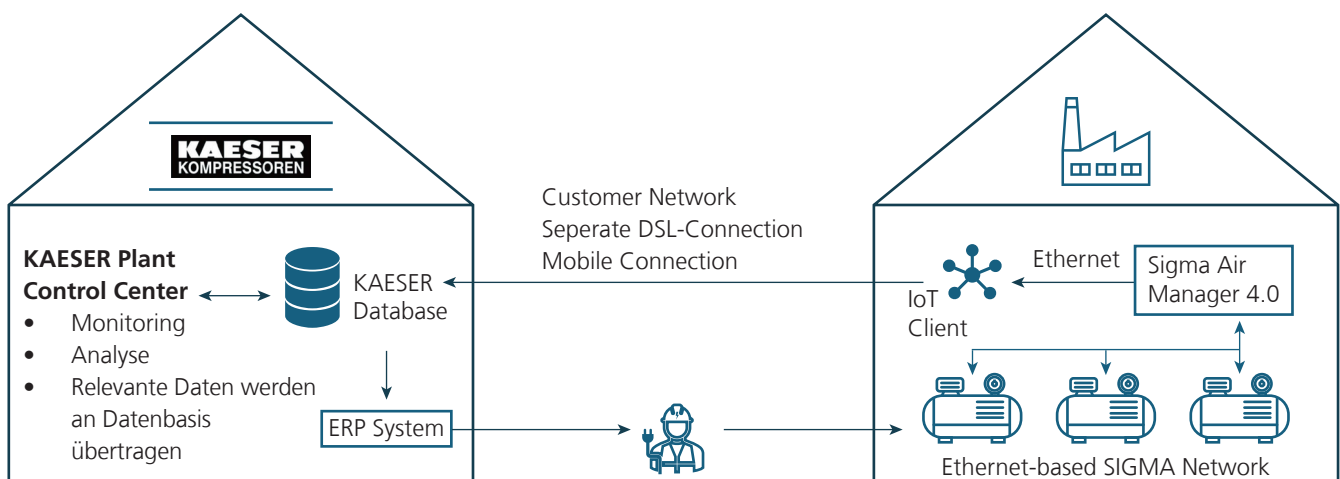


Abbildung 18: Pay-per-Outcome von KAESER Kompressoren

5.3 Pay-per-Part

Pay-per-Part-Modelle bilden ein flexibles Geschäftsmodell, bei dem Kunden nur für die tatsächlich produzierten Teile zahlen. Dieses Modell bietet sowohl für Anbieter als auch für Kunden erhebliche Vorteile, indem es eine höhere Kosteneffizienz, eine bessere Planbarkeit und eine stärkere Fokussierung auf die Wertschöpfung ermöglicht. Anbieter profitieren durch kontinuierliche Einnahmequellen und die Möglichkeit, langfristige Kundenbeziehungen aufzubauen, während Kunden von einer transparenten und flexiblen Kostenstruktur profitieren. Pay-per-Part-Modelle fördern darüber hinaus die effiziente Nutzung von Ressourcen und ermöglichen durch den Einsatz moderner IoT-Technologien eine optimierte Produktionsüberwachung und -steuerung.

Die Fa. TRUMPF bietet für automatisierte Laserbearbeitungssysteme ein Pay-per-Part-Modell, bei dem Kunden nur für die gefertigten Teile zahlen. TRUMPF stellt die Fertigungsanlage bereit und übernimmt die Produktionsplanung, Maschinenprogrammierung und Fernsteuerung, einschließlich Fernentstörungen über das Remote Operation Center. Durch die Kooperation mit Munich Re und relayr wird die IoT-Infrastruktur bereitgestellt und das Investitionsrisiko abgesichert, was den Kunden finanzielle Freiheit und eine genaue Produktionsplanung ermöglicht (TRUMPF SE + Co. KG, 2024).

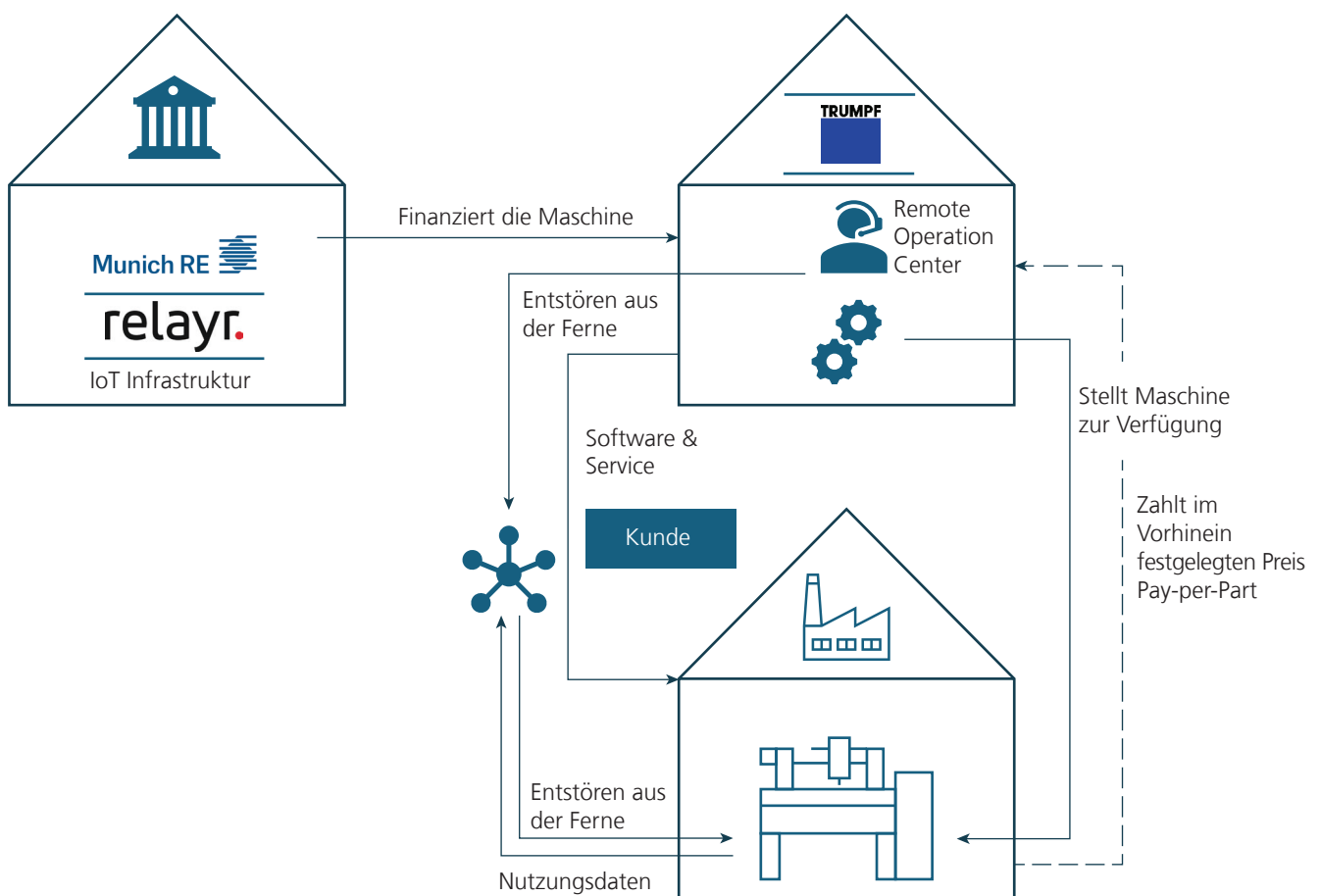


Abbildung 19: Pay-per-Part-Modell der Fa. Trumpf

5.4 Pay-per-Stress

Im Rahmen eines Projekts des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wurde ein Pay-per-Stress-Modell entwickelt. Im Projekt wurden belastungsorientierte Bezahlmodelle entlang des Produktlebenszyklus von Werkzeugmaschinen und Komponenten auf Basis von KI und manipulationssicherer Blockchain-Technologie für das Datenmanagement entwickelt. Als monetäre Bewertungskennzahl dient dabei der Stressfaktor, der durch Messdaten berechnet wird. Eine wirtschaftliche Umsetzung setzt voraus, dass der Wertverlust über den Ursache-Wirkungs-Zusammenhang zwischen Belastung und Abnutzung durch die ermittelten Kennzahlen mit ausreichender Genauigkeit dargestellt werden kann (Bossler et al., 2021; Kohn, 2024).

Produktionsdaten gepaart mit dem Pay-per-Stress-Modell fördern finanzielle Anreize für eine nachhaltige Maschinenutzung durch eine effiziente Gestaltung und Optimierung von Produktionsprozessen und -systemen, bspw. durch eine Optimierung von Maschinenbelastung und Verschleiß durch Anpassung von Prozess- und Maschinenparametern (Kohn, 2024).

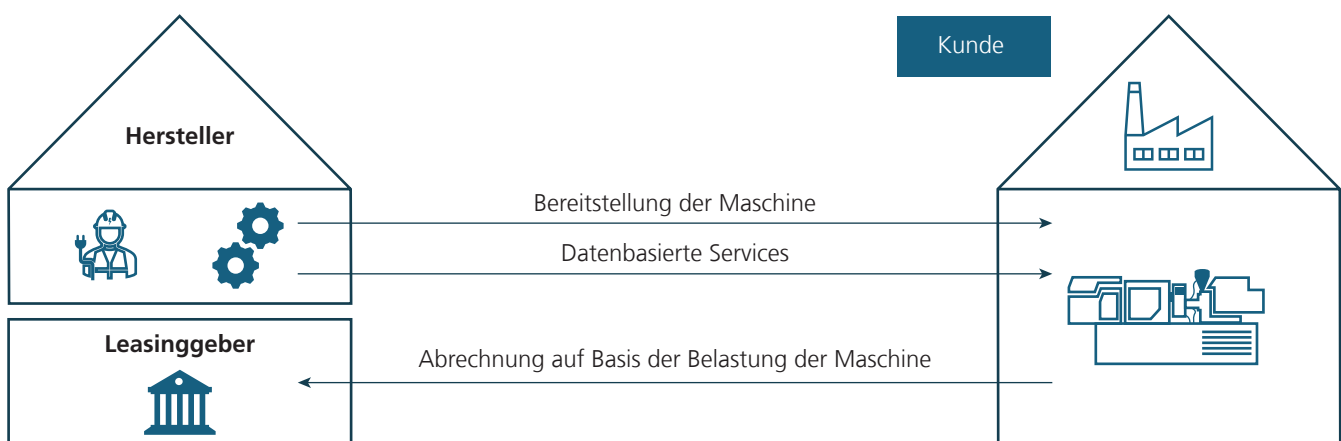


Abbildung 20: Pay-per-Stress in Anlehnung an (Bossler et al., 2021)

5.5 Weitere Geschäftsmodelle

Neben dem bekannten Modell des Pay-per-Use, gibt es eine Vielzahl von anderen Pay-per-X-Modellen, die in verschiedenen Branchen Anwendung finden. Diese Modelle bieten Unternehmen und Kunden flexible und bedarfsorientierte Zahlungsstrukturen. Im Folgenden werden einige dieser Modelle vorgestellt (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht über Pay-per-X-Modelle

Power-by-the-Hour	Pay-per-Print/ Pay-per-Copy	Air-as-a-Service	Pay-per-Kilometer/ Pay-per-Mile	Pay-per-Stress
Flugzeugturbinen	Print	Druckluft	Reifen und LKWs	Werkzeugmaschinen
Anstelle von Turbinen werden die Flugstunden bezahlt	Nur der tatsächlich genutzte Druck wird bezahlt	Nur für die genutzte Druckluft wird gezahlt	Betreiber zahlen nur für die gefahrenen Kilometer und wandeln fixe in variable Kosten	Anhand der tatsächlichen Belastung, dem Stressfaktor, von Werkzeugmaschinen erfolgt die Abrechnung

Power-by-the-hour

Ein weiteres Beispiel für ein Pay-per-X-Modell ist das Pay-per-Hour-Modell, das insbesondere im Bereich der Flugzeugturbinen Anwendung findet (Rolls-Royce, 2024). Kunden zahlen dabei nicht für den Erwerb von Turbinen, sondern lediglich für die tatsächlich genutzten Flugstunden.

Pay-per-Print und Pay-per-Copy

In der Druckindustrie haben Unternehmen wie Heidelberg und Xerox das Pay-per-Print und Pay-per-Copy-Modell eingeführt. Dieses Geschäftsmodell ermöglicht es Kunden, lediglich für die tatsächlich genutzten Druck- und Kopierdienste zu zahlen, was potenziell vorteilhaft für beide Seiten ist.

Air-as-a-Service

Das Air-as-a-Service-Modell wird von Unternehmen wie Kaeser Kompressoren AG angeboten. Bei diesem Modell zahlen Kunden nur für die tatsächlich verbrauchte Druckluft. Investitionen, Wartung und andere Servicekosten für das System sind bereits im Preis enthalten.

Pay-per-Kilometer und Pay-per-Mile

Ein Beispiel für ein Pay-per-X-Modell ist das Pay-per-Kilometer-Modell von Michelin. Dieses Unternehmen wird als Pionier in diesem Bereich angesehen, wie von Gebauer et al. (2017) berichtet. Bei diesem Modell erfolgt die Bezahlung basierend auf der Anzahl der Kilometer, die ein Reifen zurücklegt. Im Bereich der LKWs bieten verschiedene Hersteller und Leasinggeber unterschiedliche Pay-per-Mile-Finanzierungsoptionen an. In diesem Modell zahlen die Kunden lediglich für die tatsächlich gefahrenen Meilen, was zu variablen Kosten anstelle von festen Kosten führt.

5.6 Erkenntnisse aus wertorientierten Geschäftsmodellen

Die Analyse der verschiedenen wertorientierten Modelle bietet wertvolle Einblicke und lässt sich in mehrere zentralen Erkenntnisse zusammenfassen:

Kosteneffizienz und Flexibilität

Pay-per-X-Modelle ermöglichen es Kunden, nur für die tatsächliche Nutzung oder Leistung zu zahlen, was zu einer besseren Kostenkontrolle und Flexibilität führt. Dies reduziert die Kapitalbindung und erleichtert den Zugang zu hochwertigen Maschinen und Dienstleistungen ohne hohe Anfangsinvestitionen. Außerdem bieten erfolgsbasierte Abrechnungsmodelle eine klarere Kosten-Nutzen-Struktur und reduzieren finanzielle Risiken für Kunden. Dies erleichtert die Planbarkeit und bietet finanzielle Freiheit. Kunden müssen keine großen Investitionen tätigen, da sie nur für die tatsächlich produzierten Teile zahlen, was eine flexible und bedarfsorientierte Nutzung von Ressourcen ermöglicht. Die Modelle bieten volle Kostentransparenz, da Kunden genau wissen, wofür sie zahlen, was die Budgetplanung erleichtert und finanzielle Unsicherheiten reduziert. Außerdem sind keine großen Kapitalinvestitionen seitens des Kunden notwendig, was die finanzielle Belastung reduziert und es auch kleineren Unternehmen ermöglicht, Zugang zu hochmodernen Technologien und Maschinen zu erhalten.

Langfristige Kundenbeziehungen und kontinuierliche Einnahmequellen

Geschäftsmodelle, die regelmäßige oder nutzungsbasierte Zahlungen vorsehen, fördern langfristige Kundenbeziehungen und schaffen stabile Einnahmequellen für Anbieter. Dies führt zu einer höheren Kundenzufriedenheit und -bindung. Langfristige Vertragsmodelle und umfassende Serviceleistungen stärken die Kundenbindung durch kontinuierlichen Support und maßgeschneiderte Dienstleistungen.

Effiziente Ressourcennutzung und Nachhaltigkeit

Nutzungsbasierte Modelle fördern eine effizientere Ressourcennutzung, indem sie Verschwendung minimieren und die Nachhaltigkeit erhöhen. Kunden zahlen nur für das, was sie tatsächlich nutzen oder produzieren. Durch digitale Überwachung und vorausschauende Wartung werden die Betriebssicherheit und Effizienz maximiert, was zu einer besseren Ressourcennutzung und höherer Effizienz führt.

Technologische Integration und Innovation

Der Einsatz moderner Technologien wie IoT und Echtzeit-Datenüberwachung kann die Effizienz und Zuverlässigkeit von Dienstleistungen und Produkten verbessern. Technologische Innovationen unterstützen die Umsetzung und den Erfolg nutzungsbasierter Geschäftsmodelle. Die IoT-Integration ermöglicht eine kontinuierliche Überwachung und Anpassung der Produktionsprozesse in Echtzeit, wodurch die Produktionssicherheit erhöht und die Effizienz gesteigert wird.

Umdenken im Unternehmen

Die Implementierung von Pay-per-X-Modellen erfordert ein Umdenken in der Unternehmenskultur und -strategie. Unternehmen müssen sich von traditionellen Verkaufsmodellen hin zu flexibleren und kundenorientierten Ansätzen bewegen. Unternehmen wandeln sich von reinen Produktanbietern zu umfassenden Dienstleistern, die IT-basierte Lösungen und kontinuierlichen Support anbieten. Dies erfordert Investitionen in Technologie und Fachwissen im Bereich IT-Dienstleistungen, bietet allerdings gleichzeitig die Chance, neue Märkte zu erschließen.

Geringerer Fachkräftebedarf

Kunden profitieren außerdem von weniger Personalbindung, da der Anbieter zentrale Aufgaben übernimmt. Dies reduziert die Notwendigkeit, spezialisierte Fachkräfte im eigenen Unternehmen vorzuhalten.

6 Herausforderungen und Erfolgsfaktoren

Die in Kapitel 2 und 3 beschriebenen Faktoren und Randbedingungen erschweren den Einstieg in neue Technologien und damit Innovationen. In einem ersten Arbeitsschritt wurden 50 Unternehmen aus dem produktionstechnischen Bereich durch Workshops, Expertengespräche und Onlineumfragen zum Thema wertorientierte Geschäftsmodelle in der Produktionstechnik befragt. Diese Methoden dienten als Ausgangspunkt, um einen ersten Eindruck von den Herausforderungen der bestehenden klassischen transaktionalen Geschäftsmodelle zu gewinnen. Diese lassen sich im deutschsprachigen Raum wie folgt zusammenfassen:

Technische Herausforderungen

Technische Innovationen und Digitalisierung innerhalb der Produktionstechnik sind Komplexitätstreiber. Komplexe, zeitaufwendige Entwicklungsarbeit geht mit einem hohen Bedarf an Daten und Informationen aus der praktischen Anwendung einher. Der Rückfluss und die Vernetzung von Informationen verschiedener Stakeholder können durch traditionelle Betriebsmodelle nur unzureichend realisiert werden. Darüber hinaus führen diese Entwicklungen und der damit verbundene Aufwand zu hohen Anschaffungskosten, während der Return on Investment erst nach intensiver Nutzung ausweisbar ist.

Wirtschaftliche Herausforderungen

Kapitalintensive Produktionssysteme stellen in zunehmend volatilen Märkten und unsicheren Zeiten ein erhebliches finanzielles Risiko dar, insbesondere für KMU. Der drastische Rückgang im traditionellen Verkaufsgeschäft von Produktionsmaschinen verstärkt den Druck auf diese Unternehmen, ihre Umsatzquellen zu diversifizieren. Insbesondere der wachsende Trend zur befristeten und flexiblen Nutzung von Anlagen und Maschinen zeigt die Grenzen herkömmlicher Bezahlmodelle auf.

Politisch-rechtliche Herausforderungen

Neue rechtliche Rahmenbedingungen, wie die unternehmerischen Sorgfaltspflichten in Lieferketten (LkSG – Lieferketten-sorgfaltspflichtgesetz) und der EU Data Act, stellen zusätzliche Herausforderungen dar. Veränderungen in den Unternehmen müssen jedoch auch ein Umdenken in Bezug auf Nachhaltigkeit einschließen. Dies betrifft sowohl die ökologische Perspektive, beispielsweise durch den effizienten und CO₂-minimierten Einsatz von Produktionsressourcen, als auch die soziale Perspektive, die ausgewogene und gerechte Arbeitsbedingungen umfasst. Dazu zählen Aspekte wie Arbeitszeiten, Arbeitsmodelle, Entlohnung, Mitbestimmung, Betriebsklima, mobile Arbeitsformen sowie Vielfalt und Chancengleichheit.

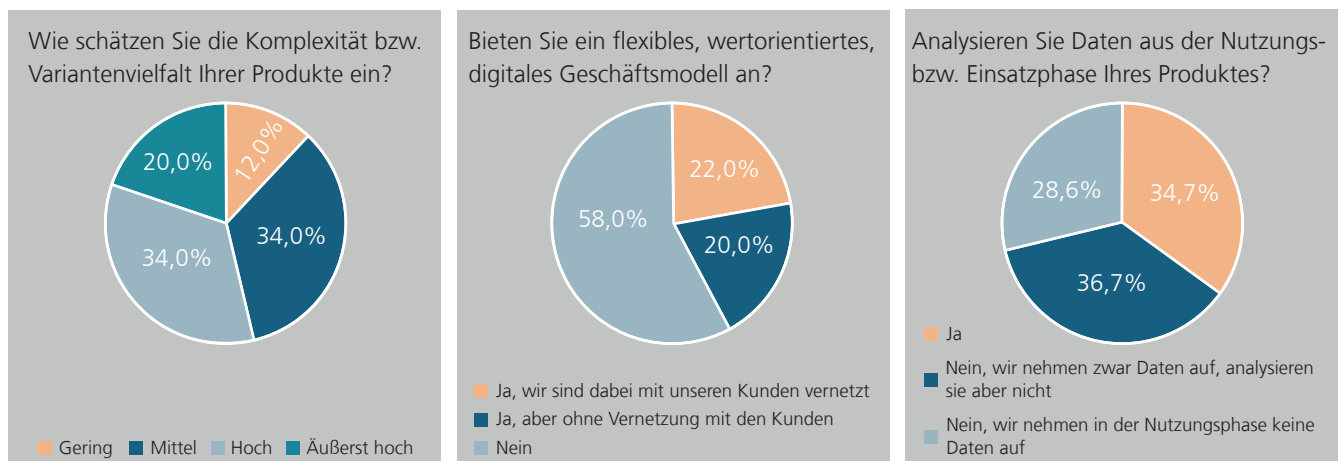


Abbildung 21: Status der Produktionstechnik im Bereich wertorientierte Geschäftsmodelle

Die Workshops, Expertengespräche und die Onlineumfrage umfasste zu Beginn die Einordnung der beteiligten Unternehmen. Hierbei umfassten die Untersuchungen neben Systemanbieter, Überwachungs- und Softwaredienstleister auch Maschinen-, Komponentenhersteller sowie Maschinenbetreiber. Dabei konnte festgestellt werden, dass 54% der Unternehmen eine hohe bis äußerst hohe Komplexität und Variantenvielfalt in ihren Produkten aufweisen (vgl. Abbildung 21). Darüber hinaus analysieren 34,7% der beteiligten Unternehmen Daten aus der Nutzungs- bzw. Einsatzphase ihres Produkts. 36,7% der Unternehmen erfassen diese Daten, führen jedoch keine weitergehende Analyse durch, während 28,6% keine Daten aus der Einsatzphase ihres

Produkts aufzeichnen. In diesem Zusammenhang bieten schon jetzt 42% der befragten Unternehmen ein flexibles wertorientiertes Geschäftsmodell an, wohingegen 58% kein derartiges Modell im Leistungsangebot aufweisen.

Laut den Befragten und Gesprächsteilnehmer konnten folgende notwendige Unterstützungsbedarfe für die Gestaltung und Einführung von wertorientierten Geschäftsmodellen in der Produktionstechnik identifiziert werden, wie in Abbildung 22 veranschaulicht.

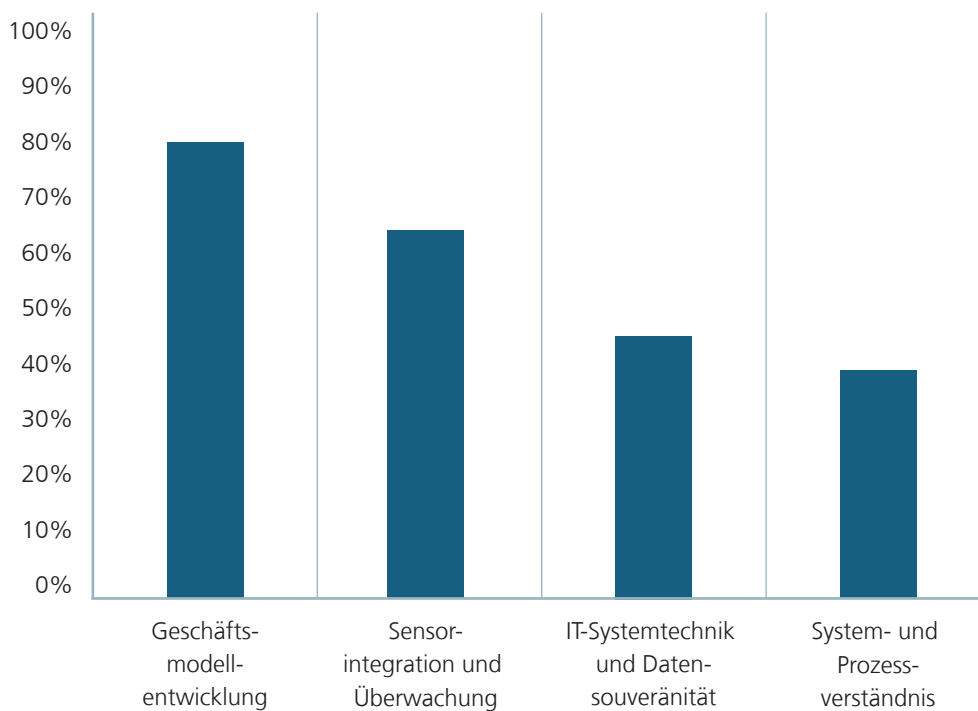


Abbildung 22: Unterstützungsbedarfe bei der Gestaltung und Einführung von wertorientierten Geschäftsmodellen in der Produktionstechnik

Hierbei zeigt sich, dass insbesondere in der Geschäftsmodellentwicklung sowie in der Sensorintegration und Überwachung ein hoher Unterstützungsbedarf besteht. Daraus wurden drei wesentliche Herausforderungen abgeleitet:

Herausforderung 1: Anwendernutzen verstehen und zielgerichtete Services und Geschäftsmodelle entwickeln

Die erfolgreiche Umsetzung von wertorientierten Geschäftsmodellen setzt nicht nur ein tiefes Verständnis der Anwenderbedürfnisse, sondern auch dazugehöriges technisches System- und Prozessverständnis voraus. Eine zentrale Herausforderung besteht darin, die Erwartungen und Anforderungen spezifischer Zielgruppen systematisch zu analysieren und darauf aufbauend maßgeschneiderte Servicepakete zu entwickeln.

- Diese Servicebündel müssen nicht nur funktionale Vorteile bieten, sondern auch betriebswirtschaftliche Mehrwerte schaffen, etwa durch die Reduzierung von Ausfallzeiten oder die Optimierung der Produktion.
- Die Integration von Digitalisierungstechnologien wie Künstlicher Intelligenz und IoT kann dabei helfen, individuelle Lösungen effizient bereitzustellen und den Anwendernutzen zu maximieren (Smith et al., 2023).

Ein datengetriebener Ansatz ermöglicht es, die Kundeninteraktionen zu personalisieren und die Servicequalität kontinuierlich zu verbessern, was eine stärkere Kundenbindung und höhere Zufriedenheit zur Folge hat (Porter & Heppelmann, 2021).

Herausforderung 2: Effiziente Leistungserbringung durch digitale Transformation

Der Übergang von einem traditionellen Maschinenbauunternehmen zu einem Anbieter digitaler Dienstleistungen erfordert eine umfassende digitale Transformation. Diese Transformation umfasst den Aufbau digitaler Kompetenzen, die Neuausrichtung der Organisationsstruktur und die Integration technologischer Innovationen:

- Kooperation mit IT-Dienstleistern und Überwachungssystementwicklern: Das hohe Maß an Variantenvielfalt der Produktionssysteme, der für die Überwachung von Maschinen und Prozessen notwendigen Systeme gepaart mit hoher Komplexität und kurzen Produktzyklen stellt Maschinenbauer aufgrund der Komplexität vor enorme Herausforderungen. Die Kooperation mit Entwicklern zur Sensorintegration und -überwachung sowie spezialisierten IT-Anbietern können hierbei helfen, Digitalisierungslösungen wie digitale Plattformen effizient einzuführen.
- IT- und Datensouveränität: Steigende Funktions- und Netzwerkkomplexität bei den Kunden, unterschiedliche Digitalisierungsstände v.a. bei KMU und ein kürzer werdender Produktlebenszyklus erschweren einen standardisierten Einsatz von Digitalisierungslösungen. Die Entwicklung, Bereitstellung und Integration digitaler Dienstleistungen, etwa Plattformlösungen oder Cloud-basierter Services in bestehende Fertigungs- und Geschäftsprozesse muss nahtlos erfolgen, um Skaleneffekte zu erzielen (Kauffman & Langhans, 2022). Eine Bereitstellung von relevanten Informationen erfordert den Zugriff und Umgang mit sensiblen Daten. Damit dieser Aspekt kein Implementierungshemmnis bei den Kunden darstellt, müssen die Anforderungen klar definiert und sicher gelöst werden.
- Strategische Anpassung: Unternehmen müssen ihre Geschäftsstrategie anpassen, um datengetriebene Modelle wie Predictive Maintenance oder Pay-per-Part effizient umzusetzen.

Herausforderung 3: Nachhaltiger Ertragsmechanismus

Die Entwicklung eines nachhaltigen Ertragsmodells stellt eine zentrale Herausforderung dar, insbesondere in der Transformation hin zu wertorientierten Geschäftsmodellen. Dieses Modell erfordert nicht nur ein kulturelles Umdenken innerhalb des Unternehmens, sondern auch eine konsequente Ausrichtung auf dauerhaften Kundennutzen. Durch den Übergang zu Abrechnungsmodellen wie Pay-per-Use oder Pay-per-Part können Anbieter und Anwender ihre Interessen effektiv ausgleichen. Ferner bilden diese Modelle ein Beitrag zur Steigerung der Agilität in der Produktion und Flexibilität von komplexen Produktionssystemen im volatilen Marktumfeld.

- **Anwenderperspektive:** Kunden profitieren von geringeren Betriebskosten, einer flexiblen Preisgestaltung und zusätzlichen Dienstleistungen, die spezifisch auf ihren Bedarf zugeschnitten sind, wie etwa vorausschauende Wartung oder Prozessoptimierung.

- **Anbieterperspektive:** Anbieter erhalten wertvolle Betriebs- und Prozessdaten, die es ihnen ermöglichen, ihre Services kontinuierlich zu verbessern. Die datengetriebene Optimierung fördert nicht nur die Kundenbindung, sondern erhöht auch die Marge des Anbieters, indem Effizienzgewinne realisiert werden (Müller & Taylor, 2021). Dieses kooperative Modell führt zu einer stärkeren Interessensgleichrichtung, wodurch langfristige Partnerschaften entstehen, die sowohl wirtschaftliche als auch betriebliche Vorteile fördern (Jones et al., 2022). Weiterhin dienen diese Modelle als Treiber von Innovationen in der Produktionstechnik.

Dieser Transformationsprozess ist entscheidend, um wettbewerbsfähig zu bleiben und die Anforderungen moderner Märkte zu erfüllen. Studien zeigen, dass Unternehmen, die die digitale Transformation aktiv vorantreiben, signifikante Vorteile in Bezug auf Effizienz und Kundenbindung erzielen können (Meierhofer et al., 2022). Die Fähigkeit, rechtzeitig auf Veränderungen reagieren zu können, ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für produzierenden Firmen.

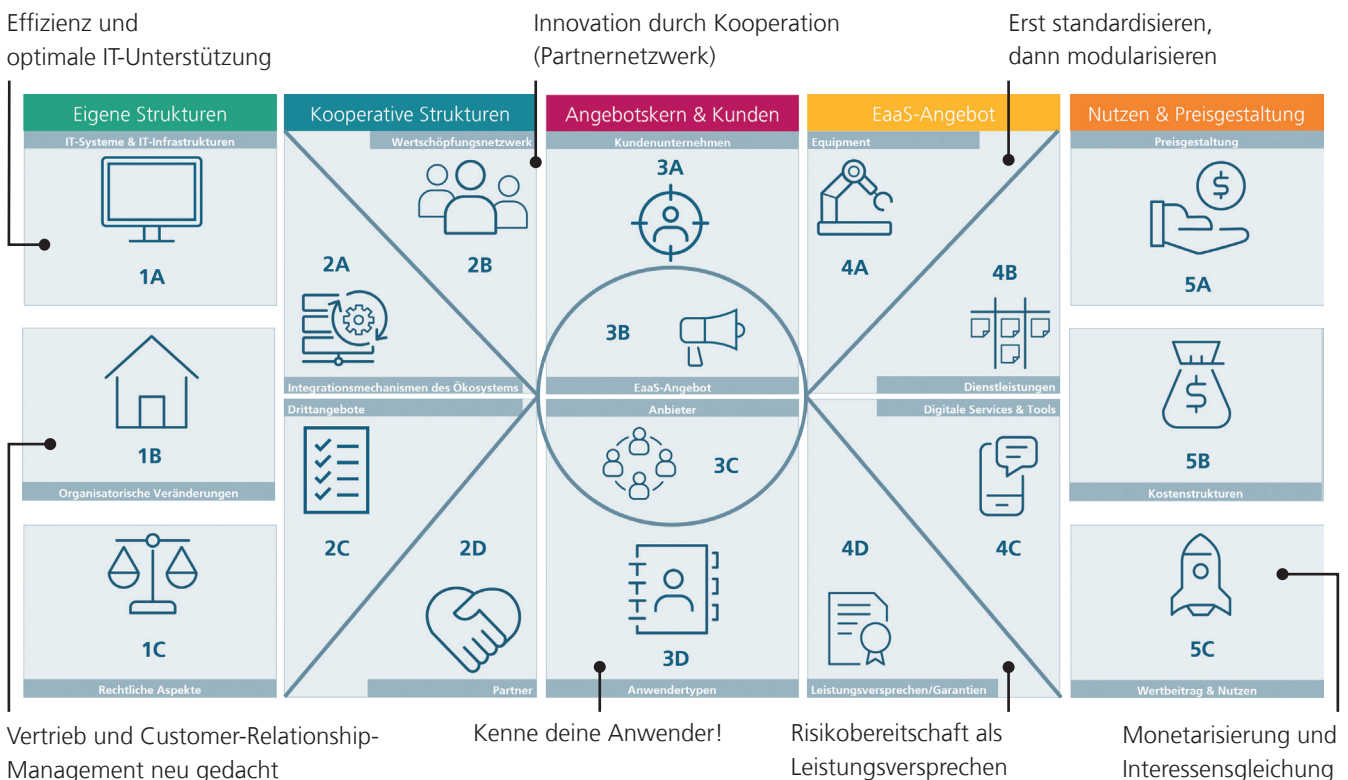


Abbildung 23: Sieben Erfolgsfaktoren bei der Gestaltung wertorientierter Geschäftsmodelle

Auf Basis von Literaturrecherchen und den Ergebnissen aus den durchgeführten Workshops, zahlreichen Expertengesprächen mit produzierenden Unternehmen sowie Online-Befragungen wurden sieben Erfolgsfaktoren bei der Gestaltung wertorientierter Geschäftsmodelle identifiziert und nachfolgend beschrieben:

1. Kenne deine Anwender!

Ein tiefgehendes Verständnis der Anwenderbedürfnisse ist essenziell für die Entwicklung und Umsetzung wertorientierter Geschäftsmodelle. Unternehmen müssen gezielte Markt- und Nutzeranalysen durchführen, um die Anforderungen und Herausforderungen ihrer Zielgruppen zu identifizieren. Hierzu gehört nicht nur die Berücksichtigung technischer Anforderungen, sondern auch der betriebswirtschaftlichen und strategischen Ziele der Kunden. Ein datengestützter Ansatz, der auf die Analyse von Nutzungs- und Verhaltensdaten setzt, ermöglicht es, individuelle Mehrwerte zu schaffen und die Kundenzufriedenheit langfristig zu sichern (Smith et al., 2023).

2. Erst standardisieren, dann modularisieren

Die Standardisierung von Produkten und Dienstleistungen bildet die Grundlage für Effizienz und Skalierbarkeit. Erst durch standardisierte Prozesse und Technologien können Unternehmen Modularisierungskonzepte entwickeln, die es erlauben, flexible und kundenspezifische Lösungen effizient zu realisieren. Die Kombination von Standardisierung und Modularisierung ermöglicht es, die Vielfalt der Kundenanforderungen zu bedienen, ohne die betriebliche Komplexität zu erhöhen. Studien zeigen, dass eine klare Trennung von Basiskomponenten und individuellen Anpassungen die Wirtschaftlichkeit und Agilität von Geschäftsmodellen erheblich steigert (Jones et al., 2022).

3. Risikobereitschaft als Leistungsversprechen

Ein zentraler Erfolgsfaktor von wertorientierten Geschäftsmodellen ist die Übernahme von Risiken durch den Anbieter. Kunden erwarten zunehmend, dass Anbieter Verantwortung für den Erfolg der gelieferten Leistungen übernehmen. Abrechnungsmodelle wie Pay-per-Use oder Pay-per-Part schaffen Vertrauen, indem sie die Abrechnung direkt an die tatsächlich in Anspruch genommene Leistung koppeln. Unternehmen müssen jedoch bereit sein, technische, betriebliche und wirtschaftliche Risiken aktiv zu managen, um dieses Leistungsversprechen glaubwürdig zu erfüllen (Kauffman, R., Langhans, M., 2022).

4. Monetarisierung und Interessensgleichrichtung

Wertorientierte Geschäftsmodelle erfordern innovative Ansätze zur Monetarisierung. Die Einführung nutzungsbasierter oder erfolgsabhängiger Preismodelle wie Pay-per-Part oder abonnementbasierter Services ermöglicht es, die Interessen von Anbietern und Anwendern auszurichten. Dabei sollten sowohl der finanzielle als auch der betriebliche Nutzen für den Kunden im Mittelpunkt stehen. Eine klare und transparente Kommunikation des Wertversprechens ist essenziell, um Vertrauen aufzubauen und langfristige Kundenbeziehungen zu fördern (Müller und Taylor, 2021).

5. Vertrieb und Customer-Relationship-Management neu gedacht

Der Vertrieb und das Customer-Relationship-Management (CRM) müssen für wertorientierte Geschäftsmodelle neu ausgerichtet werden. Traditionelle Ansätze des Produktvertriebs reichen nicht aus, um datengetriebene und servicezentrierte Geschäftsmodelle erfolgreich zu vermarkten. Vertriebsmitarbeiter müssen zunehmend als Berater agieren, die den Kunden ganzheitlich betreuen und komplexe Lösungen verständlich machen. Gleichzeitig spielt die Digitalisierung des CRM eine entscheidende Rolle, um Kundeninteraktionen zu personalisieren und durch Datenanalysen besser auf individuelle Bedürfnisse einzugehen (Porter und Heppelmann, 2021).

6. Effizienz und optimale IT-Unterstützung

Die Implementierung wertorientierter Geschäftsmodelle erfordert eine effiziente Nutzung der Ressourcen und eine optimale IT-Unterstützung. Moderne IT-Systeme ermöglichen die Integration von Echtzeit-Daten, die Automatisierung von Prozessen und die Bereitstellung personalisierter Services. Unternehmen sollten auf Cloud-basierte Lösungen und IoT-Plattformen setzen, um Skalierbarkeit und Interoperabilität sicherzustellen. Gleichzeitig ist es wichtig, die Datensouveränität der Kunden zu gewährleisten und IT-Sicherheitsstandards einzuhalten (Meierhofer und Schmid, 2022).

7. Innovation durch Kooperation in Partnernetzwerken

Die Innovationskraft von Unternehmen wird zunehmend durch strategische Partnerschaften in Netzwerken bestimmt. Kooperationen mit Technologieanbietern, Forschungseinrichtungen und anderen Branchenakteuren ermöglichen es, Ressourcen zu bündeln und neue Geschäftsfelder zu erschließen. Insbesondere bei der Entwicklung komplexer, datengetriebener Services kann ein Partnernetzwerk dazu beitragen, die Geschwindigkeit der Innovation zu erhöhen und die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern (Smith et al., 2023).

7 Gestaltung wertorientierter Geschäftsmodellideen

7.1 Methodisches Vorgehen bei der Transformation

Wertorientierte Geschäftsmodelle werden künftig eine stärkere Rolle spielen, wenn es darum geht, als Unternehmen im Maschinenbau zukunftssicher und resilient aufgestellt zu sein. Die Transformation des etablierten Geschäftsmodells hin zu einem wertorientierten Geschäftsmodells ist jedoch herausfordernd. Dies liegt zum einen an der hohen Komplexität der Produktionssysteme als Basisprodukte und zum anderen an der Vielzahl der Domänen, in denen diese neuen Geschäftsmodelle wirken. So spielt neben der technischen Funktionalität auch der Datenstrom sowie entsprechender Know-how-Schutz eine tragende Rolle, um wirtschaftlichen Erfolg durch einen

geschäftssicheren Betrieb dieser wertorientierten Geschäftsmodelle sicherzustellen. Außerdem ist die Produktionstechnik auf allen Ebenen individuell – von der Maschine bis zu deren Anwendungen. So ist auch ein neues Geschäftsmodell individuell an die Basistechnologien anzupassen. Im Rahmen von Voruntersuchungen und basierend auf den Ergebnissen von Workshops sowie zahlreicher Expertengespräche mit produzierenden Unternehmen wurde eine methodische Vorgehensweise zur Gestaltung eines wertorientierten Geschäftsmodells in der Produktionstechnik erarbeitet, vgl. Abbildung 24.

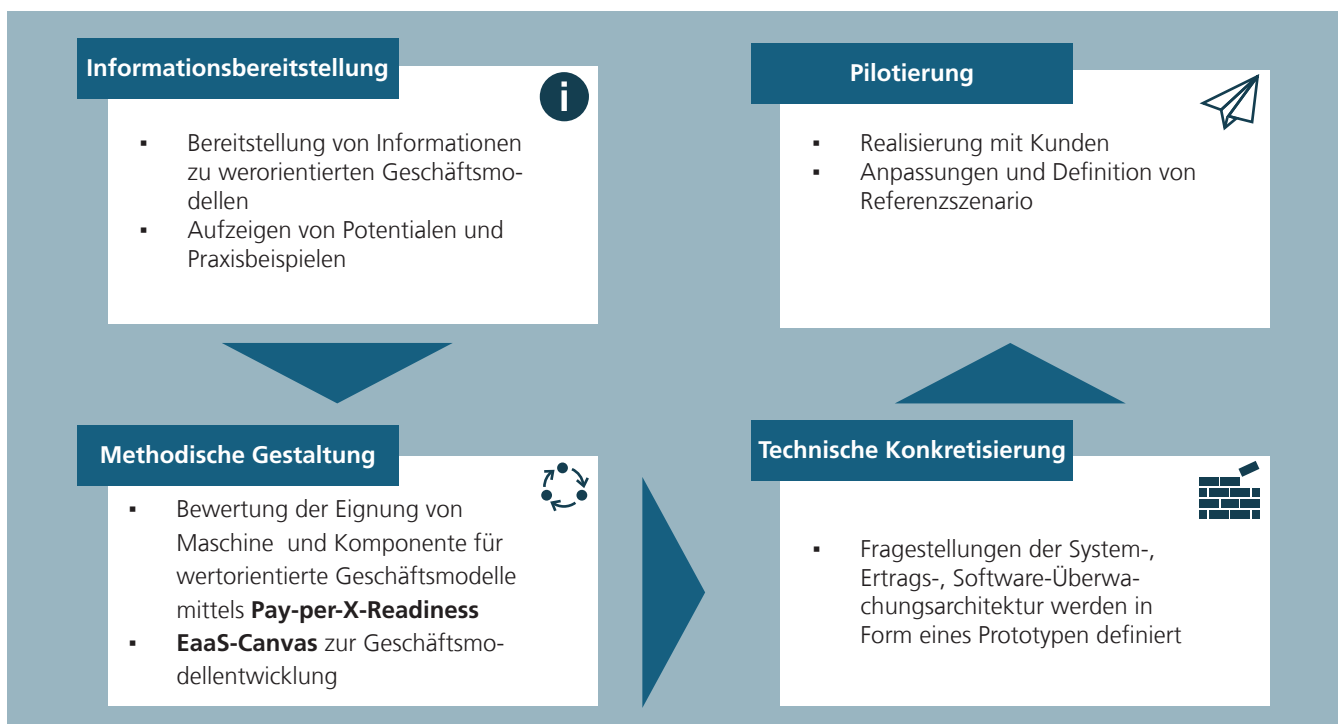


Abbildung 24: Vorgehen zur Gestaltung eines wertorientierten Geschäftsmodells in der Produktionstechnik

Die Vorgehensweise umfasst hierbei 4 Phasen:

Informationsbereitstellung

Die Anzahl unterschiedlicher wertorientierter Geschäftsmodellausprägungen und -formen wächst zunehmend. Deshalb ist es das Ziel, produzierende Unternehmen an wertorientierte Geschäftsmodelle heranzuführen. Der Fokus liegt dabei auf der Bereitstellung von Informationen zu wertorientierten Geschäftsmodellen, das Aufzeigen von Potenzialen und Praxisbeispielen.

Methodische Gestaltung

Neben dem EaaS-Canvas zur prinzipiellen Gestaltung von wertorientierten Geschäftsmodellen ist die Nutzung des Pay-per-X-Readiness Check zielführend, um die prinzipielle Eignung von komplexen Maschinen und Komponenten für wertorientierte Geschäftsmodelle zu bewerten. Dadurch können Aussagen zu Umsetzbarkeit und Realisierungsaufwand sowie zur Produktperspektive getroffen werden. Zudem werden Schwachstellen der Basisprodukte identifiziert und eine Bewertung der Reife zur Nutzung von wertorientierten Modellen abgeleitet.

Technische Konkretisierung

Eine technisch-organisatorische Ausdetaillierung des zuvor methodisch ausgearbeiteten wertorientierten Geschäftsmodells ist aufgrund der Komplexität des Produktes im Maschinenbau erforderlich. Hierbei gilt es, folgende Fragestellungen zu beantworten:

- Was muss für die Realisierung der wertorientierten Modelle überwacht werden?
- Wo und an welcher Baugruppe kann eine Überwachung robust und sicher stattfinden?
- Wie kann die Überwachung automatisiert werden?
- Wohin müssen die Informationen zur Realisierung des GMs verteilt werden?
- Wie sieht der konkrete Ertragsmechanismus aus?

Pilotierung:

In dieser Phase erfolgen die Inbetriebnahme und Pilotierung des wertorientierten Geschäftsmodells mit ersten Kunden, um ein Referenzszenario zu erarbeiten und entsprechend zu bewerben.

7.2 Methodisches Vorgehen zur Interessensgleichrichtung

In traditionellen Geschäftsmodellen im Maschinenbau stehen die Interessen von Maschinenbauern und Kunden oft in einem Spannungsverhältnis. Maschinenbauer streben in der Regel nach Maximierung ihres Verkaufsvolumens und kurzfristiger Gewinnsteigerung, während Kunden auf eine Minimierung der Gesamtkosten über die Lebensdauer der Maschinen (Total Cost of Ownership, TCO) sowie eine Maximierung der Maschinenverfügbarkeit bedacht sind. Dieses Spannungsverhältnis führt häufig zu divergierenden Zielen und potenziellen Interessenkonflikten.

Das EaaS bewirkt eine grundlegende Verschiebung dieser Dynamik und eröffnet die Möglichkeit, die Interessen von Anbietern und Kunden in Einklang zu bringen. Im EaaS-Ansatz generieren Maschinenbauer ihre Einnahmen nicht mehr durch den Verkauf von Maschinen, sondern durch die kontinuierliche Verfügbarkeit und Nutzung ihrer Produkte. Dies bedeutet, dass die langfristige Leistung der Maschinen direkt mit dem wirtschaftlichen Erfolg des Maschinenbauers verknüpft ist. Dadurch entstehen neue Anreize: Die Maschinenbauer sind bestrebt, ihre Maschinen so zu gestalten und zu betreiben, dass diese maximal effizient, zuverlässig und langlebig sind,

da ihre Einnahmen an der tatsächlichen Nutzung oder dem erzielten Output der Maschinen orientiert sind.

Gleichzeitig profitieren die Kunden von einer klar kalkulierbaren Kostenstruktur, die sich an der Nutzung oder dem erzielten Ergebnis orientiert. Unerwartete Kosten, wie beispielsweise für Wartung oder Reparaturen, werden durch die Verlagerung der operativen Verantwortung auf den Maschinenbauer minimiert. Dieser Fokus auf gemeinsame Anreize schafft eine Win-win-Situation: Beide Parteien haben ein unmittelbares Interesse an der Maximierung der Maschinenleistung und -verfügbarkeit. Dadurch wird eine gemeinsame Basis für nachhaltige Wertschöpfung und langfristige Partnerschaften geschaffen.

Das EaaS-Modell bietet erhebliches Potenzial für eine nachhaltige Interessenskonvergenz zwischen Maschinenbauern und ihren Kunden. Durch die Verknüpfung der Einnahmen des Herstellers mit der tatsächlichen Nutzung oder dem Output der Maschinen entstehen gemeinsame Anreize, die auf eine Maximierung der Maschinenleistung, Effizienz und Langlebigkeit abzielen. Die ökonomischen Vorteile dieses Ansatzes werden durch die Reduzierung klassischer Transaktionskosten wie



Abbildung 25: Schematische Übersicht zu relevanten Kriterien für die Interessensgleichrichtung

Such-, Verhandlungs- und Überwachungskosten sowie durch die Überwindung asymmetrischer Informationsverteilungen deutlich. Gleichzeitig ermöglicht die technologische Integration von IoT und datenbasierten Analysemethoden eine kontinuierliche Überwachung und Optimierung, die nicht nur den Betrieb effizienter gestaltet, sondern auch die Innovationsfähigkeit des Maschinenbauers stärkt. In Abbildung 25 ist eine Übersicht zu relevanten Kriterien, die für eine Interessenskonvergenz von entscheidender Bedeutung ist, dargestellt.

Die in Kapitel 6 durchgeführten Workshops sowie zahlreicher Expertengespräche mit produzierenden Unternehmen wurden genutzt, um Anforderungen in Kriterien zu formulieren und in Basiskriterien aus Sicht des Produktionssystems und Produktionsanwendung sowie Exzellenzkriterien zu gliedern, wie in Abbildung 25 dargestellt. Für eine spezifische Bewertung müssen die Kriterien angepasst oder ausgewählt werden. Die wichtigsten Kriterien werden im Folgenden diskutiert.

Dabei ist die Einführung von EaaS mit wirtschaftlichen, technologischen und organisatorischen Herausforderungen verbunden. Die hohen Vorabinvestitionen seitens der Hersteller, die Notwendigkeit einer robusten technologischen Infrastruktur und der Aufbau von Vertrauen zwischen den Parteien sind wesentliche Hürden, die überwunden werden müssen. Dennoch zeigt die Analyse, dass EaaS langfristig zu einer Win-win-Situation führen kann, indem es Kunden eine risikominimierte und nutzungsorientierte Kostenstruktur bietet und Maschinenbauern eine nachhaltige Einnahmequelle erschließt.

Für die erfolgreiche Umsetzung von EaaS ist es entscheidend, klare Service-Level-Agreements zu etablieren, technologische Kompetenzen auszubauen und durch eine transparente Kommunikation Vertrauen aufzubauen. Durch die Kombination von wirtschaftlicher Effizienz, technologischer Innovation und strategischen Partnerschaften können Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig stärken und gleichzeitig zukunftsorientierte Geschäftsmodelle etablieren.

7.2.1 Perspektiven der Interessensgleichrichtung

Ökonomische Perspektive

Aus der ökonomischen Perspektive erklärt die Transaktionskostentheorie die Vorteile der Interessensgleichrichtung in EaaS-Geschäftsmodellen. In diesem Ansatz werden klassische Transaktionskosten, wie Such-, Verhandlungs- und Überwachungskosten, durch standardisierte und datenbasierte Prozesse erheblich reduziert. EaaS ermöglicht zudem eine Verlagerung von Risiken, da der Maschinenbauer für die Maschinenverfügbarkeit und -leistung verantwortlich ist. Dies schafft Vertrauen und fördert langfristige Geschäftsbeziehungen, da die Kunden durch stabile und kalkulierbare Nutzungskosten profitieren, während der Maschinenbauer seine Einnahmen durch optimale Maschinenleistung maximiert.

Die Principal-Agent-Theorie ergänzt diese Betrachtung, indem sie zeigt, wie asymmetrische Informationsverteilungen und Interessenskonflikte zwischen Hersteller und Kunde minimiert werden können. Indem der Erfolg des Maschinenbauers direkt an den Nutzen des Kunden gekoppelt ist, entsteht eine direkte Anreizstruktur, die auf Effizienz, Langlebigkeit und Performance ausgerichtet ist. Der Maschinenbauer wird zum „Agenten“, dessen Handlungen im Einklang mit den Zielen des Kunden stehen, was den potenziellen Konflikt zwischen beiden Parteien entschärft.

Technologische Perspektive

Technologisch betrachtet, ist die digitale Integration von IoT, Big Data und Predictive Analytics der zentrale Enabler für EaaS-Modelle. Echtzeitdaten aus Maschinen ermöglichen nicht nur eine kontinuierliche Überwachung der Leistung, sondern auch die proaktive Wartung, die Ausfallzeiten minimiert und die Anlagenverfügbarkeit steigert. Gleichzeitig senken automatisierte Datenerhebungs- und Analyseprozesse die Kosten für die Überwachung und den Betrieb der Maschinen.

Darüber hinaus fördert die kontinuierliche Rückkopplung von Leistungsdaten eine Innovationsschleife, durch die Maschinenbauer ihre Produkte und Dienstleistungen iterativ verbessern können. Dies stärkt die Kundenbindung und positioniert den Hersteller als langfristigen Partner im Wertschöpfungsprozess.

Organisatorische Perspektive

Auf organisatorischer Ebene führt das EaaS-Modell zu einer Transformation der Wertschöpfungsstrukturen. Der Maschinenbauer übernimmt zusätzliche Aufgaben wie Betrieb, Wartung und technologische Weiterentwicklung, die traditionell beim Kunden lagen. Dies verändert die

Rollenverteilung grundlegend und stellt neue Anforderungen an die interne Organisation und Kompetenzentwicklung des Maschinenbauers.

Für Kunden bietet die Abgabe dieser Verantwortlichkeiten den Vorteil, sich auf ihre Kernprozesse zu konzentrieren, ohne Ressourcen für die Maschinenverwaltung aufwenden zu müssen. Die Zusammenarbeit zwischen beiden Parteien wird durch Service-Level-Agreements (SLAs) formalisiert, die klaren Verantwortlichkeiten und Leistungsmetriken festlegen.

7.2.2 Herausforderungen und Risiken

Wirtschaftliche Risiken

Trotz der potenziellen Vorteile birgt die Einführung von EaaS-Ansätzen auch wirtschaftliche Herausforderungen. Für Maschinenbauer entstehen höhere Vorabinvestitionen, da sie die Maschinen weiterhin besitzen und betreiben müssen. Diese Investitionen machen eine präzise Kalkulation und ein tiefes Verständnis der Lebenszykluskosten erforderlich, um langfristig profitabel zu bleiben. Zudem besteht das Risiko einer unzureichenden Auslastung der Maschinen, was die Rentabilität des Modells gefährden kann.

Technologische Herausforderungen

Ein weiterer kritischer Punkt ist die technologische Infrastruktur, die für den Erfolg von EaaS unerlässlich ist. IoT-Systeme müssen zuverlässig funktionieren, um die Leistung und Verfügbarkeit der Maschinen in Echtzeit zu überwachen. Gleichzeitig sind Datenschutz und Datensicherheit zentrale Herausforderungen, da Kunden sensible Produktionsdaten teilen müssen. Interoperabilität zwischen den IT-Systemen der Kunden und des Maschinenbauers stellt eine weitere technologische Hürde dar.

Vertrauensaufbau

Für den Erfolg von EaaS ist eine starke Vertrauensbasis zwischen Maschinenbauer und Kunde entscheidend. Kunden müssen überzeugt sein, dass der Hersteller in der Lage ist, kontinuierlich hohe Servicequalität und Verfügbarkeit zu gewährleisten. Dies erfordert nicht nur technologische Kompetenz, sondern auch transparente Kommunikation und die Einhaltung der vereinbarten Service-Level-Standards.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Maschinen- und Anlagenbauer sowie produzierende Unternehmen stehen vor immer komplexeren Herausforderungen, um eine wirtschaftliche und wettbewerbsfähige Geschäftstätigkeit sicherzustellen. Die Produktionssysteme werden anspruchsvoller, und die Umsetzung durchgängiger Digitalisierungsstrategien wird stetig von den Marktakteuren gefordert. Service- und wertorientierte Geschäftsmodelle können dabei eine entscheidende Rolle spielen, um diese kritische Situation in der Produktionstechnik zu bewältigen. Durch diese Modelle und die daraus resultierenden neuen Wertstrom-Mechanismen können zudem Ertragspotenziale erschlossen werden.

Trotz der erheblichen Potenziale werden diese neuen Geschäftsmodelle in der Produktionstechnik nur zögerlich umgesetzt. Ein Grund dafür ist die Unsicherheit der Unternehmen hinsichtlich der Transformation bestehender (häufig transaktionaler) Geschäftsmodelle sowie bei der technischen Umsetzung. Hierbei kann festgestellt werden:

- Alle befragten Unternehmen beschäftigen sich mit neuen Geschäftsmodellen, wobei die jeweilige Herangehensweise und Wissensbasis sehr unterschiedlich sind.
- Unternehmen, die bereits service- und wertorientierte Geschäftsmodelle anbieten und betreiben nutzen diese ergänzend zu etablierten Geschäftsmodellen.

Dabei können folgende wesentliche Herausforderungen bei der Umsetzung und dem Ausbau wertorientierter Geschäftsmodelle aufgeführt werden:

- Anwendernutzen verstehen und zielgerichtete Services und Geschäftsmodelle entwickeln.
- Effiziente Leistungserbringung durch digitale Transformation.
- Nachhaltiger Ertragsmechanismus.

Die notwendige komplexe Verknüpfung digitaler Technologien mit bestehenden Produkten in sPSS und den rechtlichen und wirtschaftlichen Aspekten service- und wertorientierter Geschäftsmodelle verlangt eine strukturiert-methodische Herangehensweise bei der Konzeption dieser Geschäftsmodelle. Viele Unternehmen sehen hier Unterstützungsbedarf.

In diesem Beitrag wird eine Methodik als Beitrag zur Gestaltung und Implementierung wertorientierter Geschäftsmodelle wie EaaS in der Produktionstechnik vorgestellt. Die methodische Vorgehensweise umfasst vier Phasen: Informationsbereitstellung, methodische Gestaltung, technische Konkretisierung und Pilotierung. Zu Beginn erfolgt die Bereitstellung von Informationen zu wertorientierten Geschäftsmodellen sowie das Aufzeigen von Potenzialen und Praxisbeispielen. Neben dem EaaS-Canvas zur prinzipiellen Gestaltung von wertorientierten Geschäftsmodellen ist die Nutzung des Pay-per-X-Readiness Check zielführend, um die prinzipielle Eignung von komplexen Maschinen und Komponenten für wertorientierte Geschäftsmodelle zu bewerten. Dadurch können Aussagen zu Umsetzbarkeit und Realisierungsaufwand sowie Produktperspektive getroffen werden. Zudem werden Schwachstellen der Basisprodukte identifiziert und eine Bewertung der Reife zur Nutzung von wertorientierten Modellen abgeleitet. Im Anschluss sollten Fragestellungen der System-, Ertrags- und Software-Überwachungsarchitektur beantwortet und ein Prototyp definiert werden. Den Abschluss bildet die Realisierung mit dem Anwender. Insbesondere ist die Interessensgleichrichtung zwischen Anwender und Anbieter ein Schlüsselfaktor in der Methodik, um den Mehrwert von wertorientierten Geschäftsmodellen für beide Parteien sicherzustellen.

Literaturverzeichnis

Alaluss, Mohaned; Drechsler, Chris; Kurth, Robin; Labs, Rainer; Mauersberger, Anton; Ihlenfeldt, Steffen; Marré, Michael (2022): Produktion mit Vertrauen: Konzept eines digitalen Notars/Production based on trust: Scheme of a digital notary – Transparency in pay-per-use models using a digital notary while ensuring business confidentiality. In: wt Werkstattstechnik online 112 (04), S. 253–257. DOI: 10.37544/1436-4980-2022-04-53.

Bock, Maximilian; Wiener, Martin; Gronau, Ralf; Martin, Andreas (2019): Industry 4.0 Enabling Smart Air: Digital Transformation at KAESER COMPRESSORS. In: Digitalization Cases, S. 101–117. DOI: 10.1007/978-3-319-95273-4_6.

Bossler, Lukas Florian; Rogalski, Timo; Stanula, Patrick; Lang, Enno; Kohn, Oliver; Metternich, Joachim et al. (2021): Pay-per-Stress – Belastungsorientierte Leasingmodelle im Maschinenbau. In: Wirtsch Inform Manag 13 (6), S. 466–475. DOI: 10.1365/s35764-021-00367-2.

Chan, Alex (2019): Was ist ein ergebnisorientiertes Geschäftsmodell? Online verfügbar unter <https://news.sap.com/germany/2019/01/fertigung-ergebnisorientiertes-geschaeftsmodell/>, zuletzt aktualisiert am 22.01.2020, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

ENGEL AUSTRIA GmbH (2022): ENGEL startet Pay per Use. Online verfügbar unter <https://www.engelglobal.com/de/de/unternehmen/media-center/news-presse/engel-startet-pay-per-use>, zuletzt aktualisiert am 14.12.2022, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

ENGEL AUSTRIA GmbH (2024): Fernwartungstool für Spritzgießmaschine. Online verfügbar unter <https://www.engelglobal.com/de/de/engel-service/kundenservice-instandhaltung-spritzgiessmaschine/fernwartungstool>, zuletzt aktualisiert am 28.08.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Evcenko, Dimitri; Kett, Holger; Nebauer, Stephan (2022): Risiken managen - Einsatzpotenziale von EaaS-LProduktion. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. DOI: 10.1515/zwf-2022-1164.

Fleisch, Elgar; Weinberger, Markus; Wortmann, Felix (2014): Geschäftsmodelle im Internet der Dinge. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik 51 (6), S. 812–826. DOI: 10.1365/s40702-014-0083-3.

Frank, J.; Holst, L.; Müller, D.; Leiting, T. (2021): Aachener Subscription-Business: Monetarisieren Sie die Nutzungsphase Ihrer Produkte. Die sechs Erfolgsprinzipien, FIR/RWTH Aachen, S. 4.

Gebauer, Heiko; Saul, Caroline Jennings; Haldimann, Mirella; Gustafsson, Anders (2017): Organizational capabilities for pay-per-use services in product-oriented companies. In: International Journal of Production Economics 192, S. 157–168. DOI: 10.1016/j.ijpe.2016.12.007.

Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH (2022a): HELLER Finanzierung: Individuelle Finanzierungslösungen für Maschinen. Online verfügbar unter <https://www.heller.biz/de/services/finanzierung>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH (2022b): HELLER4Use: Nutzungsmodell für mehr Flexibilität in Ihrer Fertigung. Online verfügbar unter <https://www.heller.biz/de/maschinen-und-loesungen/heller4use>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

GoCardless SAS: Churn: Ein kurzer Leitfaden für Abo-Unternehmen. Online verfügbar unter <https://gocardless.com/de/handbuch/artikel/churn-a-quick-guide-for-subscription-businesses/>, zuletzt geprüft am 01.02.2025.

Heidelberger Druckmaschinen AG (2024): Subscription Smart & Plus. Online verfügbar unter https://www.heidelberg.com/global/de/services_and_consumables/print_site_contracts_1/subscription_agreements/subscription_1.jsp, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Jones, D.; Smith, A.; Taylor, P. (2022): Scalability of Equipment-as-a-Service Models in Industry 4.0. In: *International Journal of Production Economics* (224).

KAESER KOMPRESSOREN (2024): Betreibermodelle. Online verfügbar unter <https://www.kaeser.de/loesungen/betreibermodelle/>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Kauffman, R., Langhans, M. (2022): Pay-per-Use und Equipment-as-a-Service: Ein Modell für die Fertigungsindustrie. In: FH Wien der WKW.

Kett, Holger; Evcencko, Dimitri; Falkner, Jürgen; Frings, Sandra; Neuhüttler, Jens (2021): Künstliche Intelligenz als Veränderungstreiber für Geschäftsmodelle. In: Manfred Bruhn und Karsten Hadwich (Hg.): *Künstliche Intelligenz im Dienstleistungsmanagement*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Forum Dienstleistungsmanagement), S. 51–75.

Kett, Holger Joachim; Evcencko, Dimitri; Falkner, Jürgen (2022): *Equipment-as-a-Service (EaaS)*.

Kett, Holger Joachim; Evcencko, Dimitri; Falkner, Jürgen; Schneider, Mirko; Nebauer, Stephan; Schöllhammer, Oliver et al. (2024): *Equipment-as-a-Service (EaaS)*. Methodenleitfaden zur praktischen Anwendung des EaaS-Canvas. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Kohn, O.; Stanula, P.; Lang, E.; Weigold, M.; Metternich, J. (2022): Development of a Stress Factor as an Indicator for Stress-Based Payment Models for Machine Tools. In: Bernd-Arno Behrens, Alexander Brosius, Welf-Guntram Drossel, Wolfgang Hintze, Steffen Ihlenfeldt und Peter Nyhuis (Hg.): *Production at the Leading Edge of Technology*. Cham: Springer International Publishing (Lecture Notes in Production Engineering), S. 239–247.

Kohn, O. M. (2024): Ermittlung der Komponentenbelastung aus Antriebsdaten als Kenngröße belastungsorientierter Bezahlmodelle bei Werkzeugmaschinen. In: TU Darmstadt Dissertation. Darmstadt.

Koldewey, Christian; Meyer, Maurice; Stockbrügger, Patrick; Dumitrescu, Roman; Gausemeier, Jürgen (2020): Framework and Functionality Patterns for Smart Service Innovation. In: *Procedia CIRP* 91, S. 851–857. DOI: 10.1016/j.procir.2020.02.244.

Krenz, Wolfgang; Kronenwett (2019): Is “Pay-Per-Use” The Future In Manufacturing Industries? An innovative business model may not live up to the expectations. Hg. v. Oliver Wyman. Online verfügbar unter <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2019/nov/perspectives-on-manufacturing-industries-vol-14/manufacturing-in-a-changing-world/is-pay-per-use-the-future-in-manufacturing-industries.html>, zuletzt geprüft am 02.01.2025.

Kulezak, M. (2024): OEM servitization strategies: Why Equipment as a Service hasn’t taken off yet. Online verfügbar unter <https://iot-analytics.com/oem-servitization-strategies-equipment-as-a-service/>, zuletzt geprüft am 12.12.24.

LOOXR GmbH (2024): Druckluft 4.0 | Digitalisierung der Druckluft. Online verfügbar unter <https://www.looxr.de/druckluft40/>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Mader GmbH & Co. KG (2024): Druckluft Pay per Use - die intelligente Finanzierung. Online verfügbar unter <https://www.mader.eu/loesungen/finanziellen-handlungsspielraum-erweitern/pay-per-use-druckluft-finanzierung>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Meierhofer, J.; Schmid, M. (2022): Digitalization Strategies for Sustainable Equipment-as-a-Service Implementation. In: *Sustainability Journal* (14(5)), 895–908.

Müller, K.; Taylor, P. (2021): Customer Segmentation in Usage-Based Business Models: Framework and Application. In: *Journal of Business Research* (135), S. 234–246.

Porter, M. E.; Heppelmann, J. E. (2021): How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. In: *Harvard Business Review* (99), S. 56–71.

Rolls-Royce (2024): Rolls-Royce celebrates 50th anniversary of Power-by-the-Hour. Online verfügbar unter <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases-archive/yr-2012/121030-the-hour.aspx>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Siemens Financial Services GmbH (2024): Customer Story - SN Maschinenbau. Online verfügbar unter <https://www.siemens.com/global/en/products/financing/references/pay-per-outcome-solution-helps-german-machine-builder.html>, zuletzt aktualisiert am 13.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Smith, R.; Müller, H.; Zhang, W. (2023): Optimizing User-Centric Services in Equipment-as-a-Service Models: A Case Study Approach. In: *Journal of Business Models* (11(1)), S. 112–128.

SN Maschinenbau GmbH (2024): SN auf der Interpack 2023. Online verfügbar unter <https://www.sn-maschinenbau.com/aktuelles/news/details/sn-auf-der-interpack-2023.html>, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

TRUMPF SE + Co. KG (2024): Pay per Part. Online verfügbar unter https://www.trumpf.com/de_DE/produkte/services/services-maschinen-systeme-und-laser/pay-per-part/, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

TU Darmstadt (2024): Pay-per-Stress. Online verfügbar unter https://www.ptw.tu-darmstadt.de/forschung_ptw/tec/abgeschlossene_projekte_4/pay_per_stress_2/index.de.jsp, zuletzt aktualisiert am 17.09.2024, zuletzt geprüft am 17.09.2024.

Tukker, A. (2004): Eight types of product–service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. In: Business Strategy and the Environment 13 (4), S. 246–260.

VDMA (2024): Arbeitskräftemangel kostet Umsatz - jedes zweite Unternehmen betroffen. vdma.org - VDMA. Online verfügbar unter <https://www.vdma.org/viewer/-/v2article/render/93765589>.

WEINIG (2021): WEINIG startet das Innovationsprojekt „Woodworking-as-a-Service“ mit drei Partnern. Online verfügbar unter https://www.weinig.de/de/aktuelles/presse-portal/presse-meldungen/detail/weinig-startet-das-innovationsprojekt-woodworking-as-a-service-mit-drei-partnern.html?no_cache=1, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

WEISSER Group (2021): ARTERY - Multifunktionales horizontales Bearbeitungszentrum, 2021. Online verfügbar unter https://www.weisser-web.com/wp-content/uploads/2021/09/ARTERY_2021_DE_web.pdf.

Autoren



Robin Kurth, M. Sc.
Leitung Umformmaschinen
Fraunhofer IWU
robin.kurth@iwu.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Holger Kett, MBA
Leitung Digital Business Services
Fraunhofer IAO
holger.kett@iao.fraunhofer.de



Mohaned Alaluss, M. Sc.
Umformmaschinen
Fraunhofer IWU
mohaned.khaled.alaluss@iwu.fraunhofer.de



Anna Gieß, M. Sc.
IT Service Providers
Fraunhofer ISST
anna.giess@isst.fraunhofer.de



Dimitri Evcenko, M. Sc.
Digital Business Services
Fraunhofer IAO
dimitri.evcenko@iao.fraunhofer.de



Vanessa Bertke, B. Sc.
IT Service Providers
Fraunhofer ISST
vanessa.bertke@isst.fraunhofer.de



Anton Mauersberger, M. Sc.
Digitalisierung in der Produktion
Fraunhofer IWU
anton.mauersberger@iwu.fraunhofer.de

Das Whitepaper ist im Rahmen des Projektes »Neue Wege der digitalen Verwertung in der Produktionstechnik« (DigiWert) des Fraunhofer-Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies (CCIT) entstanden. In dem Projekt DigiWert steht die digitale Transformation von Maschinen und Anlagen zur Realisierung hoch produktiver und resilienter Produktionstechnik im Fokus. Basis des Projektes bilden digitale, maschinenbegleitende Services inklusive zugehöriger service- und wertorientierte Geschäftsmodelle. Innerhalb des Projektes DigiWert konnte in diesem Kontext der Status quo bei Maschinenbauern und -anwendern eruiert werden. Innerhalb von Workshops und Umfragen wurden Bedarfe der Industrieunternehmen aufgenommen.

Impressum

Kontaktadressen:

Fraunhofer-Institut für
Werkzeugmaschinen und
Umformtechnik IWU
Reichenhainer Strasse 88
09126 Chemnitz
www.iwu.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft
und Organisation IAO
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
www.iao.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für
Software- und Systemtechnik
ISST
Speicherstraße 6
44147 Dortmund
www.isst.fraunhofer.de

Fraunhofer Cluster of
Excellence Cognitive Internet
Technologies CCIT
Lichtenbergstr. 11
85748 Garching
www.cit.fraunhofer.de

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.de> abrufbar.

ISBN (Printausgabe): 978-3-8396-2092-2

DOI (kostenlose Open-Access-Version): <https://doi.org/10.24406/10.24406/publica-4345>

Titelbild: © Pugun & Photo Studio - Adobe Stock

Layout, Satz und Illustrationen: Anna Mitscha, Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Druck und Weiterverarbeitung: Elanders Waiblingen GmbH, Waiblingen

Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.de>

© Fraunhofer Verlag, 2025
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
verlag@fraunhofer.de
www.verlag.fraunhofer.de

als rechtlich nicht selbständige Einheit der

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.
Hansastraße 27 c
80686 München
www.fraunhofer.de

Unternehmen stehen im digitalen Zeitalter vor wachsenden Anforderungen. Digitale Geschäftsmodelle wie Pay-per-X bieten innovative Lösungen, um Flexibilität, Effizienz und Nachhaltigkeit zu steigern. Dieses Whitepaper beleuchtet Konzepte wie Equipment-as-a-Service (EaaS), Pay-per-Use und Pay-per-Outcome, um Maschinen und Dienstleistungen nutzungsbasiert einzusetzen. Unternehmen profitieren von reduzierter Kapitalbindung, effizienter Ressourcennutzung und langfristigen Kundenbeziehungen.

Moderne Technologien wie IoT und Echtzeit-Datenüberwachung verbessern die Transparenz und Zuverlässigkeit dieser Modelle. Beispiele wie Druckluftsysteme oder Werkzeug- und Verpackungsmaschinen verdeutlichen die praktischen Vorteile. Dabei geht das Whitepaper auf die ökonomischen und ökologischen Potenziale ein und zeigt, wie Unternehmen nachhaltiger wirtschaften können.

Zudem analysiert es die strategischen Anforderungen und Chancen für die Implementierung von Pay-per-X-Modellen und bietet wertvolle Hilfestellungen für Entscheider. Mit praxisnahen Einblicken und klaren Handlungsempfehlungen ist es ein unverzichtbarer Leitfaden für Unternehmen, die im digitalen Wandel erfolgreich agieren möchten.