



**Software und
Digitalisierung**

Whitepaper:

Aus industriellen Daten Informationen erheben und Mehrwerte schaffen

am Beispiel der Wertschöpfungskette im Maschinen- und Anlagenbau

© 2019
VDMA
Software und Digitalisierung
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

www.sud.vdma.org

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des VDMA reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung.....	5
1.1.	Der Wert von Daten	5
1.2.	Motivation	8
1.3.	Zielgruppe.....	8
1.4.	Warum muss gehandelt werden?.....	9
1.5.	Wie und warum fängt man mit Digitalisierung an?.....	10
2.	Betrieb beim Kunden	11
2.1.	Einführung	11
2.2.	Geschäftsmodelle	11
2.3.	Monetäre und vertragliche Auswirkungen	14
2.4.	Wertvolle Daten / Industrielle Daten / Informationen	14
2.5.	Projektbeteiligte bei der Umsetzung.....	18
3.	Service	19
3.1.	Einführung	19
3.2.	Kundenservice macht den Unterschied.....	19
3.3.	Eigene Verbesserungen.....	20
3.4.	Geschäftsmodelle - Smart Services	21
3.5.	Anwendungsbeispiele und Geschäftsmodelle	22
3.5.1.	Eigene Verbesserungen im Unternehmen	22
3.5.2.	Anwendungsmöglichkeiten	23
4.	Informationen heben.....	24
4.1.	Möglichkeiten.....	24
4.2.	Vernetzung	24
4.2.1.	Nutzung der Daten.....	24
4.3.	Vorgehen	26
4.3.1.	Business Understanding	26
4.3.2.	Data Understanding	26
4.3.3.	Data Preparation.....	26
4.3.4.	Modeling	27
4.3.5.	Evaluation	27
4.3.6.	Deployment.....	27
5.	Organisation / Strukturen.....	27
5.1.	Die klassischen Organisationsstrukturen sind im Umbruch	27
5.1.1.	Übergang vom Produzenten zum Dienstleister	27
6.	Herausforderungen und Chancen des Unternehmenswandels	29

6.1.	Herausforderungen	29
6.2.	Chancen	30
7.	Schlusswort	32
8.	Mitarbeiter im Arbeitskreis	33
9.	Quellen und Verweise	34
10.	Abbildungen	35

1. Einführung

1.1. Der Wert von Daten

Durch die Digitalisierung wird die Gewinnung von Daten deutlich erleichtert, da neue Möglichkeiten zur einfachen Datenerhebung geschaffen wurden. Unternehmen wie Google oder Facebook wachsen mit ihrem Datenbestand und verdienen damit viel Geld. Und ihnen machen es immer mehr Unternehmen aus dem industriellen Umfeld nach, die sich an dieser neuen Ressource versuchen wollen. Aber nun stellt sich immer öfter die Frage: „Was sind unsere Daten eigentlich wert? Wie lässt sich ihr Wert für ein Unternehmen bestimmen?“

„Daten sind das Öl des 21. Jahrhunderts“, so beschrieb Stefan Gross-Selbeck (Dr. Lydia Polwin-Plass 2014) vor wenigen Jahren den Wert von Daten. Heute können wir dem umso mehr zustimmen. Daten sind der unraffinierte Rohstoff der Industrie. Sie können zu Informationen veredelt werden, auf deren Basis wichtige Entscheidungen getroffen, Prozesse optimiert oder Kundenbedürfnisse prognostiziert werden.

Unlängst ist die Informationstechnologie ein kritischer Erfolgsfaktor für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen geworden. Unternehmen setzen immer mehr auf die Unterstützung durch IT-Systeme und sind bereit große Investitionen zu tätigen, um Herr über die Datenmengen zu werden, die durch die Digitalisierung der Maschinen und der Entwicklung des digitalen Zwillings stetig weiterwachsen. Gerade dieses Datenwachstum bedeutet für viele Unternehmen auch die Erschließung neuer Potenziale oder gar Geschäftsmodelle.

Durch die digitale Transformation ändert sich die Art Werte zu erwirtschaften grundlegend. Ebenso gilt dies für die Fundamente unserer Wertschöpfungsprozesse, in denen Daten immer mehr an Bedeutung gewinnen und zum zentralen Rohstoff werden. Auch datenbasierte Geschäftsmodelle entwickeln sich zu einer Grundlage für alle Wirtschaftszweige. Vor allem der kontinuierliche Datenfluss entscheidet über die Nutzung neuer Trends, Innovationen und Forschungsmöglichkeiten. Die Nutzung und Auswertung von Daten und Datenströmen sind Taktgeber des Fortschrittes in allen Sektoren – sei es mit Blick auf die Industrie, die Mobilität, die Energie, die Bildung oder das Gesundheitswesen.

Durch die konsequente Umstellung der Prozesse, die Durchdringung maschinenbasierter Arbeit durch Software, sowie den Einsatz von Sensorik werden in der Industrie immer mehr Daten generiert. Dabei liegt das größte Wertschöpfungspotenzial in der gezielten Speicherung und Auswertung, weitergeführt in einer hoch automatisierten Analyse der Daten. Hierzu bedarf es aber entsprechender Datenbestände, um allgemeine Erkenntnisse aus Einzelfällen abstrahieren und diese auf neue Problemstellungen anwenden zu können. Wer über solche Datenbestände und die Fähigkeit zur Entschlüsselung ihrer Informationen verfügt, konkrete Vorstellungen von Anwendungsfällen und dafür geeignete Geschäftsmodelle hat, kann sich heute einen deutlichen Wettbewerbsvorteil erarbeiten.

AI, Edge & Machine Learning können Antworten sein... mit dem Digital Twin hebt man den gesamten Prozess des Kunden...



Abbildung 1: Wertschöpfungsprozess

Wissenschaftlich betrachtet ist die Bestimmung des Wertes von Daten nicht einfach. Marschak (1974) und Laux et al. (2014) entwickelten Modelle zur Berechnung von Datenwerten auf Basis der Entscheidungstheorie. Basierend auf den Modellen zur Bewertung unterschiedlicher Handlungsoptionen, übertrugen sie diese Methoden der Entscheidungstheorie auf das Informationsobjekt.

In Marschaks Modell der Informationswertbestimmung werden zunächst „gewinnrelevante“ Events und Aktionen definiert aus denen eine Gewinnfunktion erstellt wird. Mittels einer Markov Matrix werden im nächsten Schritt jeweils die Wahrscheinlichkeiten für eine Information für ein gegebenes Event beschrieben. Diese Wahrscheinlichkeit ist „chosen by the user“, also vom Nutzer selbst zu bestimmen, da sie nicht allgemein messbar ist. Der erwartete Gewinn setzt sich aus der Summe der Produkte der Wahrscheinlichkeiten in der Matrix und dem Event zusammen. Über die Maximierung der erwarteten Gewinne lässt sich der Maximalwert des Informationssystems errechnen.

Laux hingegen ermittelt den Wert von Daten auf Basis von Erwartungswerten. Hierbei geht er von folgenden Annahmen aus:

1. „Der Entscheider orientiert sich nur an einer Zielgröße, dem „Gewinn“ x . Sein Entscheidungsproblem ist insoweit bereits strukturiert, dass die erwogenen Alternativen und deren zustandsabhängigen Gewinne feststehen. Bei Wahl der Alternative A_a ($a = 1, 2, \dots, N A$) und Eintreten des Zustandes S_s ($s = 1, 2, \dots, N S$) wird (vor Abzug der Informationskosten) der Gewinn x_{as} erzielt.

2. Die Alternativenmenge ist unabhängig davon, ob Informationen beschafft werden oder nicht. Z. B. ist ausgeschlossen, dass eine Alternative gar nicht mehr realisiert werden kann, wenn nicht sofort entschieden wird, sondern erst (zeitraubende) Informationen über ihre möglichen Gewinne eingeholt werden.

3. Auch die Gewinne x_{as} (allgemein die Ergebnisse) der Alternativen sind unabhängig davon, ob Informationen beschafft werden oder nicht. Auch diese Bedingung ist in der Realität nicht immer erfüllt. Z. B. können sich die möglichen Erfolge der Alternative „Aufnahme eines neuen Erzeugnisses in das Produktionsprogramm“ erheblich unterscheiden, je nachdem, ob das Produkt direkt auf dem Markt eingeführt wird oder erst, nachdem auf einem Testmarkt seine Erfolgchancen erkundet worden sind. Durch diese Form der Informationsbeschaffung (Verkauf auf einem Testmarkt) kann nämlich die Konkurrenz auf die Pläne aufmerksam werden und frühzeitig Gegenmaßnahmen ergreifen, sodass die (Brutto-) Gewinne möglicherweise sinken.

4. Der Entscheider orientiert sich am Bernoulli-Prinzip.“ (Laux et al. 2014, S. 310)

Nach dem Bernoulli-Prinzip entspricht der Präferenzwert einer Alternative dem Erwartungswert des Nutzens aus den möglichen Ergebnissen der Alternative. Auf Basis der Erwartungswerte mit Information E_{mI} und ohne Information E_{oI} ist der Informationswert WI wie folgt implizit definiert:

$$E_{mI}[U(\tilde{x} - WI)] = E_{oI}[U(\tilde{x})]$$

Dabei ist der Erwartungswert als Summe aller möglichen Ergebnisse U mit deren jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeit w definiert:

$$E[U(\tilde{x})] = \sum_{s=1}^{Ns} w(S_s) \cdot U(x_{as})$$

Ziel der Bestimmung eines Informationswertes nach Laux ist es also die für eine Entscheidung notwendigen Informationen nach ihrer Relevanz für die Entscheidung zu gewichten. Über die Kosten der Informationsbeschaffung lässt sich somit ein Wert für eine Information bestimmen. Informationen, die einen hohen Impact auf eine Entscheidung haben und nur geringe Beschaffungskosten besitzen, besitzen einen hohen Wert; Informationen, die aufwendig beschafft werden müssen und nur geringen Einfluss auf eine Entscheidung haben, besitzen einen geringen Informationswert. Allerdings müssen diese Kosten und Werte a priori bestimmt werden, sodass es in der Realität hier zu Abweichungen kommen kann und Informationen trotz geringer Informationswerte relevant für das Unternehmen sind und trotz hoher Kosten beschafft werden.

Beide vorgestellten Modelle basieren also darauf, dass über den Wert einer Handlung der Wert von Daten bestimmt wird. Dementsprechend können nur Daten bemessen werden, die entscheidungsrelevant sind. Der Wert einer Kundendatenbank beispielsweise lässt sich auf diese Weise nicht bemessen. Er hängt stark vom verwendeten Geschäftsmodell ab und muss daher stets im konkreten Einzelfall ermittelt werden. Jedoch stellen gerade solche Daten einen hohen Wert für viele Unternehmen dar und sollten im Kontext der Mehrwertschaffung aus Informationen und Daten gezielt betrachtet werden.

1.2. Motivation

Das vorliegende Dokument soll die angesprochene Zielgruppe mit Erfahrungswissen unterstützen.

Viele sind mit der Einführung von Digitalisierung überfordert, weil die Zielvorstellung im Unternehmen nicht vorhanden ist, unerreichbar scheint und/oder kein stufenweises Konzept zur Orientierung vorliegt.

Auch der Umgang mit den Daten (Erfassung, Kommunikation, Verknüpfung, Qualität) stellt viele am Anfang vor größte Herausforderungen. Typische Fragestellungen sind dabei:

- Wie komme ich an ein Digitalisierungskonzept?
- Kann ich klein anfangen und wie mache ich dann weiter?
- Wie viele Leute benötige ich dazu?
- Wer kann mir helfen?
- Muss ich dazu viel umorganisieren?
- Was sind meine Use Cases?
- Nutze ich eine Plattform?
- Sollen alle Daten gesammelt werden (Big Data) oder nur ausgewählte Daten (Smart Data)? Welche Daten sind wichtig?
- Wie kommt man an welche Daten? Braucht man noch zusätzlich Sensoren? Wenn ja, welche?

In den folgenden Kapiteln beschreiben wir die zu berücksichtigenden Tätigkeiten in der Planung und Umsetzung.

1.3. Zielgruppe

Das vorliegende Whitepaper richtet sich an Mitglieder des VDMA, deren Kunden sowie alle Unternehmen im Mittelstand, welche das enorme Potenzial der Digitalisierung unternehmerischen Mehrwert zu schaffen nutzen wollen. Dazu gehören neben den Maschinen- und Anlagenbauern, deren System- und Komponentenlieferanten, Unternehmen im Bereich Wartung und Servicedienstleister sowie letztlich auch die Betreiber von Anlagen.

Die Digitalisierung sollte als Antwort auf den Modernisierungsdruck aus dem Unternehmen heraus oder aus der Unternehmensumwelt verstanden werden, welcher die Themen Transparenz, Monitoring und Beschleunigung von Prozessen über den gesamten Lebenszyklus sowie die Wertschöpfungskette positiv beeinflusst und neue Geschäftsmodelle ermöglicht.

1.4. Warum muss gehandelt werden?

Um internationale Wettbewerbsfähigkeit zu behalten und weiter auszubauen entsteht ein wachsender Bedarf an verwertbaren Informationen für Beteiligte von industriellen Prozessen.

Dabei wirkt Industrie 4.0 als Beschleuniger der Informationsverarbeitung durch Faktoren wie:

- Bezahlbarwerden des technologischer Fortschritts
- Behebung von Medienbrüchen
- Vernetzung
- Schaffung ganzheitlicher Abläufe
- Verfügbarkeit von Rechenleistung, Speicherplatz und Softwareframeworks und Algorithmen
- Usw.

Im Bereich der Anwendungsszenarien ergeben sich die Vorteile für die bestehenden Anwendungsgruppen:

- Erzeugung von Transparenz von technischen und kaufmännischen Prozessen durch Monitoring beim Betreiber.
- Aus der Transparenz für die System- und Komponentenlieferanten ergeben sich Aspekte aus der Verbesserung der internen Leistungsprozesse und der Beschleunigung bzw. Impulsreduktion in der Wertschöpfungskette (z.B. Monitoring / Operational Analytics in der Fertigung)
- Verbesserung der internen Abläufe bei allen Anlagenherstellern (Fehlertracking, Fehlerverfolgung)
- Gewährleistung: Monitoring / Traceability im Rahmen der Gewährleistungsthematik stehen die Aspekte der pro-aktiven Reaktivität neben der ad-hoc Verfügbarkeit von kritischen Systemparametern sowohl im Bereich der Nachweislegung bzw. Dokumentation als auch der Transparenz und Risikoreduktion im Vordergrund.
- Betreiber / externe Serviceanbieter: Optimierung und Erweiterung des Serviceangebots und der Servicemodelle sowie der Servicetiefe durch kombinierte Serviceangebote und Field Service Equipment.

1.5. Wie und warum fängt man mit Digitalisierung an?

Kennen Sie diese Situation?

- Ihr Chef hat Ihnen gesagt: „Mach mal Digitalisierung“.
- Müssen Sie mit ihrer Serviceabteilung ein Profitcenter werden?
- Sind Sie unsicher, ob die Struktur Ihrer Firma die Digitalisierungsaufgabe umsetzen kann?
- Haben Sie festgestellt, dass die Kommunikation zwischen verschiedenen Abteilungen oftmals besser sein könnte?
- Tun Sie sich schwer, digitale Business Modelle zu entwerfen?
- Kennen Sie die Erwartungshaltung Ihrer Kunden?
- Wissen Sie, wen Sie aus Ihrer Firma hinzuziehen müssen, um digitale Projekte umsetzen zu können?
- Ist Ihnen klar, dass der Erfolg ohne Management als Treiber gefährdet ist?
- Kommen Ihnen die Lösungsmöglichkeiten wie ein undurchdringbarer Dschungel vor mit Buzzwords wie maschinelles Lernen, KI, Cloud, Plattformen, Analytics, SaaS?
- Ist Ihnen nicht klar, wer in diesem Dschungel was anbietet?
- Wissen Sie nicht ob Sie den Weg make or buy gehen wollen/können?
- Ist Ihrem Chef bewusst, dass er Budget zur Verfügung stellen muss und der ROI zu Beginn unklar ist?
- Sind Ihre Kunden bereit Daten regelmäßig zur Verfügung zu stellen? Kann die Intellectual Property zu einem Show-Stopper werden?¹
- Datenschutzrichtlinien und allgemein Gesetze / gesetzliche Vorgaben können Showstopper sein, da die meisten Firmen niemand im Haus haben, der sich entsprechend damit auskennt
- Gibt es Daten, die Ihr Kunde nicht zur Verfügung stellen würde oder kann?
- Können Sie transparent machen, welche Daten bereit gestellt und welche extern verwendet werden?
- Haben Sie schon einmal daran gedacht, bestimmte Services exklusiv anzubieten in Abhängigkeit davon, ob der Kunde Daten zur Verfügung stellt oder nicht?
- Ist Ihnen bewusst, dass Vertragsänderungen notwendig sind, z.B. Anpassung der AGBs und Kaufverträge
- Ändert sich die Arbeitsweise für Kollegen?

¹ Insbesondere kann das Thema Intellectual Property bei der Realisierung von Projekten zu Problemen führen. Dies kann im Rahmen des Whitepapers nicht zur Gänze vollständig behandelt werden. Wir verweisen auf Grund der Brisanz des Themas auf den Orientierungslauf Datenhoheit des VDMA

2. Betrieb beim Kunden

2.1. Einführung

Ausgangssituation ist auch wie in der Vergangenheit die Wertschöpfung bzw. Wirtschaftlichkeit zu optimieren. Durch den technologischen Fortschritt werden die Lösungen auch wirtschaftlich für den Betreiber von Anlagen umsetzbar. Die Grenzen zwischen kaufmännischer und technischer IT werden überwunden bzw. aufgehoben. Der Nutzen entsteht durch die Erhöhung der Transparenz bei kaufmännischen und technischen Prozessen und danach durch die neuen Möglichkeiten, Optimierungen schneller und einfacher umzusetzen.

Durch das intelligente Sammeln von Daten und deren Analyse ergeben sich sowohl für den Betreiber Ansätze im Service und Störfall die Stillstandzeiten zu reduzieren als auch für den Maschinen-/Anlagenlieferant die Anlagennutzung zu optimieren. Durch die Verarbeitung von Maschinen- bzw. Betriebsdaten wird der Produzent aussagefähiger über seine Produktionsabläufe. Er kann damit seine Kunden besser mit Informationen bzw. Produkten beliefern.

2.2. Geschäftsmodelle

In Zukunft wird es viele Möglichkeiten geben, bisher klassisch behandelte Dienstleistungen moderner und variabler anzubieten. Auch die technischen Gegebenheiten werden für neue Modelle und nötige Partnerschaften zwischen den Beteiligten sorgen.

Maschinen-/ Anlagenbetreiber haben normalerweise einen heterogenen Maschinenpark, d.h. seine Maschinen sind nicht alle vom selben Lieferanten. Die Lieferanten setzen in ihren Maschinen Teile von verschiedenen Komponentenlieferanten ein. Jeder dieser (Unter-) Lieferanten möchte diverse Daten der Maschine(n) oder des Prozesses, etc. Nun ist es aber nicht möglich, dass jeder vor Ort seine Maschine oder Komponente anbindet bzw. seine eigene Edge Cloud in den Schaltschrank schraubt. Aus diesem Grund muss auf Dauer eine kanalisierte Erfassung und Verteilung erfolgen, damit es kein Spannungsfeld zwischen Endkunden und Maschinenbauer bei der Datennutzung gibt.

Es gibt Beziehungen auf der Datenebene zwischen Betreibern, Anlagenlieferanten, Komponentenlieferanten und Servicepartnern (vertikal) und über verschiedene Maschinenkommunikationspotenziale hinweg (horizontal). Abbildung 2 veranschaulicht beispielhaft die Beziehungen der unterschiedlichen Stakeholder.

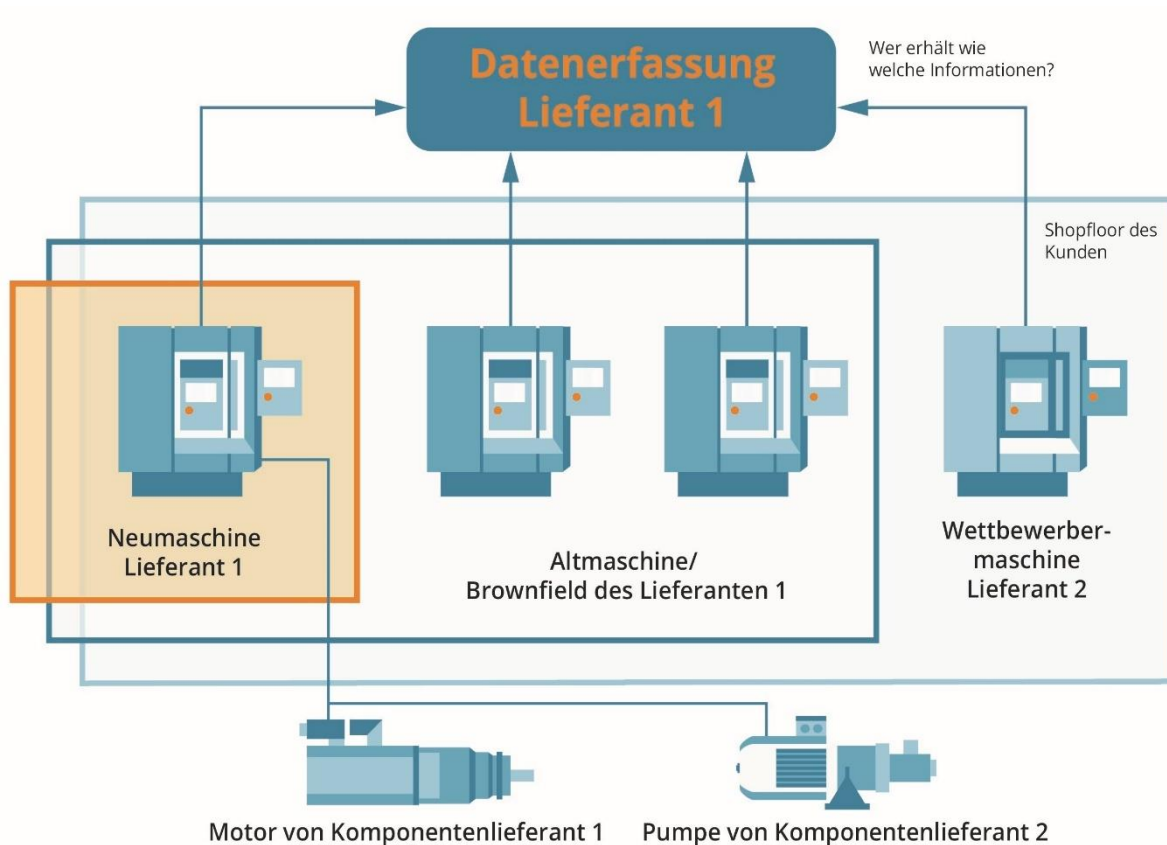


Abbildung 2: Beispiel für Beziehungen zwischen an einem Projekt beteiligten Parteien

[

Es entsteht ein neues Spannungsfeld zwischen Endkunden und Maschinenbauer bei der Datennutzung:

Beispiel:

Es ergeben sich in diesem Kontext unterschiedliche und auch neue Beziehungsgeflechte zwischen den Beteiligten (siehe Abbildung 2):

Der Anlagenbetreiber kauft eine neue Maschine inkl. digitalem Service bei Lieferant 1

- 1) Beziehung zwischen Lieferant 1 und Kunde (Anwender/Betreiber) mit neuer Maschine - oranges Kästchen

Der Kunde erhält eine neue Maschine (Fingerprint /Auslieferungszustand) und Monitoring während der Nutzung und Abgleich mit dem Zustand bei Auslieferung (und Service).

Dem Betreiber gefällt der neue digitale Service. Er möchte diesen auch für die anderen Maschinen, die er schon von Lieferant 1 in Benutzung hat.

- 2) Beziehung zwischen Lieferant 1 und Kunde (*Anwender/Betreiber*) bei Bestandsmaschinen - dunkelblaues Kästchen
- Skalierbarkeit der Anwendungsfälle über verschiedenartige Kommunikationstechniken hinweg
 - Transparenz der laufenden Prozesse im Maschinenpark (zumindest zwischen den Maschinen von Lieferant 1)

Dem Betreiber gefällt der digitale Service von Lieferant 1 so gut, dass er diesen jetzt auch an den Maschinen von anderen Lieferanten nutzen möchte.

- 3) Beziehung zwischen Lieferant 1 und Kunde (*Anwender/Betreiber*) und Lieferant 2 – hellblaues Kästchen – Dies könnte zu Problemen führen, wenn Wettbewerber beteiligt sind.
- Datenkritikalität (inhomogene Landschaften, proprietäre Systeme etc.)
 - Rechtliche Situation (Eigentums-, Urheberrechtsfragen etc.)
 - Unterschiedliche Sicht der Beteiligten auf Daten und Prozesse führt zu unterschiedlichen Interpretationen und Zielen
 - Etc.

Bei einer bestimmten Komponente gibt es immer wieder Ausfälle. Der Sublieferant hat diese Thematik auch bei anderen Kunden und möchte möglichst viele Informationen zu dem Fall.

- 4) Beziehung zwischen Komponentenlieferant + Lieferant 1 / 2 + Kunde (*Anwender/Betreiber*) – (könnte zu Problemen führen, wenn Wettbewerber beteiligt sind)
- analog Punkt 3)

Der Betreiber vergibt seine Instandhaltung an einen externen Dienstleister. Dieser benötigt Zugriff auf die Daten, da er auf deren Basis sie Instandhaltungsmaßnahmen plant

- 5) Zwischen Service/Instandhaltung (*Anwender/Betreiber*) und externen Dienstleistern
- analog Punkt 3)

Die Digitalisierung bietet hier viele Chancen effektiv zu arbeiten, wird aber auch vertraglich viele Veränderungen und Anforderungen mit sich bringen.

2.3. Monetäre und vertragliche Auswirkungen

Eine Auswirkung der Digitalisierung sind auch neue Bezahlmodelle. Neben dem weiterhin existierenden klassischen Produktverkauf gibt es z.B. monatliche Gebühren und Bezahlung nach Nutzung oder Verfügbarkeit, d.h. kapazitive Bezahlmodelle wie z.B. Pay Per Use.

Die Vorteile sind:

Für den Betreiber:

- Kauf eines Pakets inkl. Service. Bezahlt wird die erbrachte Leistung und nicht die Maschine inkl. Pönale
- Durch die kontinuierlichen Kosten lässt sich das Opex-Modell im Gegensatz zum Capex Modell leichter einplanen, d.h. niedrigere Jahreskosten²
 - Capex entspricht Investitionsausgaben
 - Opex bedeuten Betriebskosten

Für den Service Erbringer / Lieferanten:

- Erzeugung von kontinuierlichen Zahlungsströmen gegenüber einmaligen Umsätzen
- Mitverdienst am Verkauf des gefertigten Produkts

2.4. Wertvolle Daten / Industrielle Daten / Informationen

Die notwendigen industriellen Daten sind überwiegend dem Bereich von Smart Data zuzuordnen. Dabei ist die Eruiierung von ‚wertvollen Daten‘ sinnvoll. Hier ist vor allem auf folgendes zu achten:

- Definition der Daten stets auf ihren Anwendungszweck bezogen
- Definition der benötigten Daten unter Beachtung von Qualität, Quantität und deren genauer Definition bzgl. ihrer Nutzung
- Bei Definition, Nutzung und weitere Verwendung ist die entsprechende Datenschutzverordnung zu beachten

Der Grund liegt darin, Daten zu eruieren, die auch die notwendigen Informationen zum Prozess enthalten in den Kategorien:

- Produktdaten wie z.B. Qualitätsdaten usw.
- Technische Daten wie z.B. Stillstands- u. Störungsdaten, Umweltdaten usw.
- Kaufmännische Daten wie z.B. OEE- Daten, Lieferzeiten, Rüstzeiten usw.

² CAPEX: Abk. für engl. capital expenditures; mit den CAPEX oder auch CapEx werden Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter bezeichnet, wie bspw. Maschinen, Gebäude, aber auch die Erstausrüstung, Ersatzteile, Rechnersysteme etc. Der CAPEX ist ein wichtiger Kennwert der Bilanz. Mit den CAPEX-Kosten erhöhen sich die bilanzierten Aktiva, die langfristig abgeschrieben werden.

OPEX: bk. für engl. operational expenditures. Im Gegensatz zu den Investitionsausgaben unter denen man längerfristige Anlagegüter fast, beziehen sich die Betriebsausgaben auf die laufenden Ausgaben für einen funktionierenden operativen Geschäftsbetrieb. Unter die OPEX subsummiert man deshalb die Kosten für Rohstoffe, Betriebsstoffe, Personal, Leasing, Energie etc. Sie werden in voller Höhe bilanziert.

Gabler Wirtschaftslexikon online“ (<https://wirtschaftslexikon.gabler.de>)

Die Idee von der Konnektivität hat sich im Lauf der Jahre ständig weiterentwickelt – von der Verknüpfung von Computern untereinander über die Verknüpfung von Ressourcen bis hin zur Verknüpfung von fast allem. Initiativen wie Industrie 4.0 wollen dies nutzen und streben nach Effizienz- und Produktivitätssteigerungen in der Industrieautomatisierung auf Basis der angewandten Prinzipien der Informationstechnologie (IT).

In Folge entstehen massive Datenmengen, die Fertigungsunternehmen sowie deren Lieferanten, Kunden und Partnern potenzielle Geschäftschancen eröffnen. Im Industriekontext resultiert dieser Strom an Daten häufig in den folgenden Herausforderungen:

1. Lediglich ein kleiner Teil der Fertigungsunternehmen transferiert Daten in Cloud-Infrastrukturen, und davon verlassen sich wiederum die allermeisten auf ihre firmeneigenen Infrastrukturen. Nur wenige Akteure in der Fertigung nutzen tatsächlich Public Clouds, was im fehlenden Glauben an die Gewährleistung von Vertraulichkeit begründet liegt

2. In der Fertigungsumgebung kommt es oft auf jede Milli-Sekunde an, und Zeitverlust bedeutet Geldverlust. Datenbewegungen in die und von der Cloud können zeitaufwändig und unvorhersehbar bzgl. ihrer Laufzeit sein.

3. Das Senden und Empfangen von Daten in die und aus der Cloud erfordert eine hohe Bandbreite. Diese ist nicht überall in notwendigem Ausmaß verfüg- oder bezahlbar.

Industrieautomationssysteme der Zukunft müssen daher anpassungsfähig und agil bzgl. der Reaktionszeiten und Bandbreite zu übertragender Daten sein, und das Konzept des Edge Computing erweist sich hier als derzeit vielversprechendste Lösung.

Edge Computing (auch als Fog Computing bezeichnet) beschreibt eine Technologie, die die Lücke zwischen der Cloud und den mit ihr verknüpften Geräten in der Fabrik schließt. Edge Computing meint ganz wörtlich, Teile des Cloud Computing näher an die Sensoren zu rücken – also dorthin, wo die Daten tatsächlich generiert werden.

Sich von der Cloud stärker in die Peripherie zu bewegen bedeutet somit, Funktionen wie Verarbeitung, Speicherung, Kommunikation und Entscheidungsfindung im unmittelbaren Umfeld der verknüpften Geräte anzusiedeln. Anders als die Cloud, die entfernt vom Zentrum des Geschehens an einem zentralen Ort lokalisiert ist, liegt Edge in der Nähe. Das kann Fertigungsunternehmen dabei helfen, Probleme in ihren Systemen direkt und unverzüglich anzugehen und zu lösen ohne sich die vielfältigen Vorteile der Cloud zu verbauen.

Die Kombination von Edge und Cloud stellt eine Win-Win-Situation dar. Die eine Technologie kann nicht funktionieren ohne die andere.

EDGE COMPUTING: GATEWAY FÜR sogenanntes SMART MANUFACTURING

Smart Manufacturing bezieht sich nicht nur auf das Sammeln großer Datenmengen mithilfe von auf Maschinen angebrachten Sensoren. Viel entscheidender ist die Fähigkeit zur Nutzung dieser Daten, um automatisiert Informationen zu generieren, die zur Verbesserung der Produktion (Stückzahl, Qualität) beitragen. Dies wiederum hängt in hohem Maße von Rechen- und Verarbeitungskapazitäten ab, die sowohl an einem zentralen Ort (Cloud) als auch in der Peripherie und damit nahe am verknüpften Gerät (Edge) angesiedelt sind. Technologien wie Artificial Intelligence und Machine Learning erfordern On-Site erhebliche Rechenleistung, die heute nur gepaart mit Spezialprozessoren energetisch sinnvoll lauffähig sind.

Wichtig ist dabei auch die Art und Weise der Informationsgewinnung aus Daten (Algorithmen) dynamisch anpassen zu können. Gepaart mit der richtigen Cloud Lösung ist dies am besten remote und abhängig von der Speicherkapazität retroaktiv möglich.

Wichtigste Vorteile von Edge in der Werks Umgebung

1. Echtzeit-Datenanalyse

Die Datenanalyse funktioniert – je nach Algorithmus - vor Ort ggf. erheblich schneller als in der Cloud oder auf Ebene des Datenzentrums, da Paketlaufzeiten durch das öffentliche Internet, VPN-Endgeräte, Firewalls und Traffic Shaper entfallen können.

2. Datensicherheit

Edge Computing bietet Herstellern Sicherheit, weil die verbundenen Geräte durch Türzugangskontrollen, Videoüberwachung und andere physische Verfahren gesichert werden können. Zudem ist auch die Datensicherheit potenziell erhöht, da die Daten rein physisch innerhalb der Grenzen der Fertigungsumgebung lokalisiert sind.

3. Niedrigere Betriebskosten

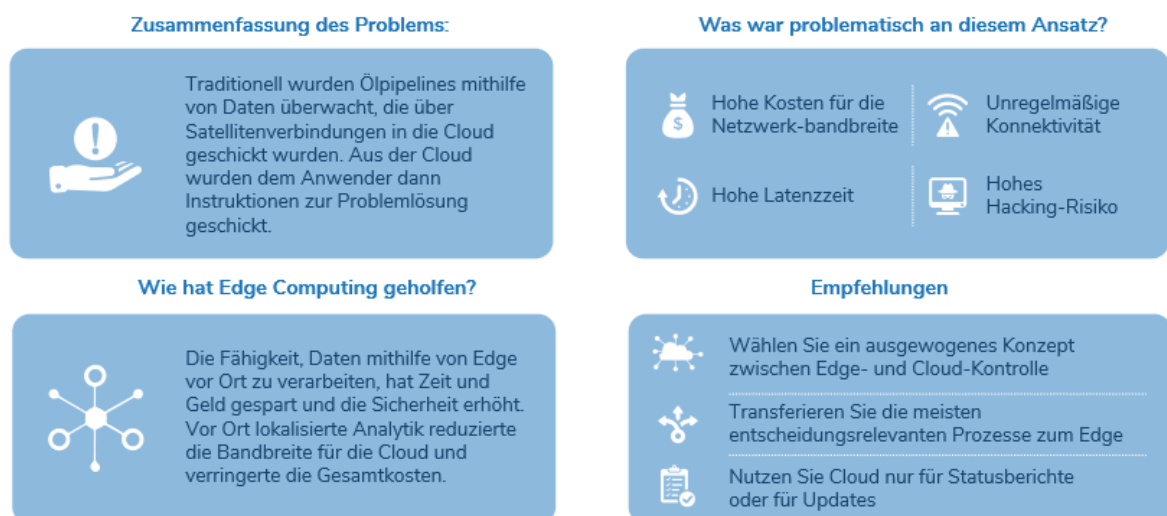
Die Betriebs- oder Datenmanagementkosten sind niedrig, weil die Daten im Gerät selber verbleiben. Daraus ergeben sich auch minimale Infrastrukturkosten für die Netzwerkübertragung. Gleichzeitig senkt Edge Computing die Cloudkosten.

4. Auslagerung von Computing-Aufgaben

Edge-Server können die Datenlast aus verknüpften Geräten verringern, indem sie Informationen in der Peripherie speichern und ggf. für die Cloud vorverdichten. Außerdem können sie als private Cloud fungieren, auf die von extern zugegriffen werden kann.

Alle Wege führen in die Peripherie

Komplett von der Cloud abhängig ist aus Sicht des Service einschränkend, da Potenziale ungenutzt blieben. Nur ein Beispiel ist die Vorbeugung teurer Fehler aufgrund kurzer Reaktionszeiten, die zu prädiktiven Korrekturmaßnahmen führen könnten.



Quelle: Frost & Sullivan

Abbildung 3: Beispielhafter Einsatz von Edge Computing bei der Überwachung von Ölpipelines

Austausch der Daten zwischen den Beteiligten

Jeder benötigt Daten, der Betreiber u.a. die Maschinen- und Prozessdaten, der Maschinenhersteller die technischen Zustandsdaten, die den Service unterstützen, und der Komponentenlieferant dediziert Daten zu seiner Komponente. Es können aber nicht beliebig viele Datenerfassungssysteme im Werk oder an der Maschine angebracht werden. Deshalb ist es wichtig, dass die Daten möglichst nur einmal erfasst und dann untereinander ausgetauscht werden. Das bedeutet, dass es auch zwischen den Clouds (public, edge, privat), an der Maschine, on-premise effektive Kommunikation geben muss.

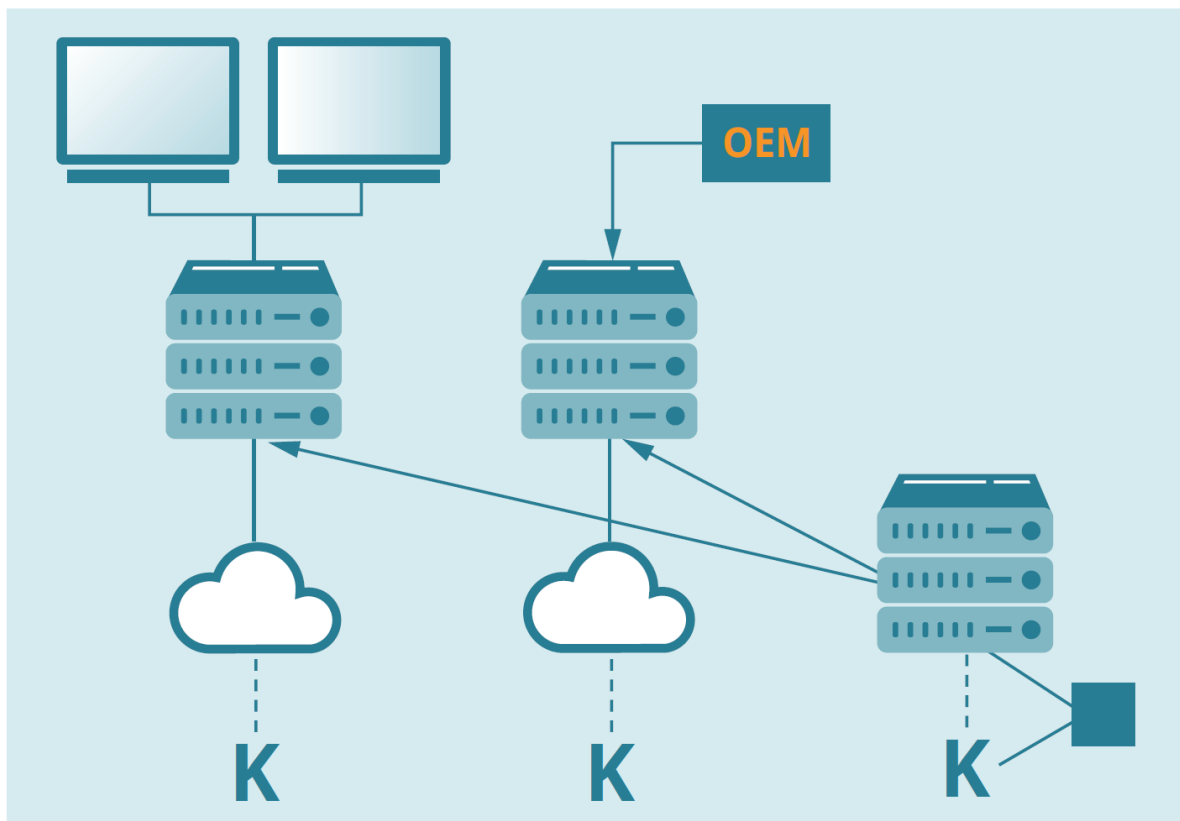


Abbildung 4: Cloud to Cloud Communication

- Bezüglich der Cloud to Cloud Kommunikation ergeben sich Anforderung an
 - Mandantenfähigkeit
 - Unterschiedliche Rollen mit unterschiedlichen Sichten
 - Cloud-Cloud Kommunikation
 - Internet
 - Internet – lokaler / on premise Server – Datensammler an der Maschine
- Insbesondere im Zusammenspiel der Serviceanbieter mit dem Betreiber wird die Cloud to Cloud Kommunikation zu einer existenziellen Thematik, weil das Serviceangebot in der geforderten Transparenz diese Technologie voraussetzt

- Durch die ad hoc Verfügbarkeit von Daten (Verschiebung) im Rahmen der Cloud to Cloud Kommunikation wird das magische Dreieck (Zeit, Qualität und Kosten) positiv beeinflusst.
- Neue Geschäftsmodelle in der Cloud bzw. unter Verwendung von Cloud-Services, welche sich mit der Interpretation, Aufbereitung und Verfügbarmachung von Informationen beschäftigen (z.B. FMEA Daten für mobile Anwendungszwecke oder Anwendungen für Qualitätsdatenbanken über den Lebenszyklus einer Anlage/Maschine/Komponente hinweg, welche der Endkunde / Betreiber in seine Geschäftsmodelle integriert hat).

2.5. Projektbeteiligte bei der Umsetzung

Ein erfolgreiches Projekt muss von der Geschäftsleitung getrieben werden. Es ist darauf zu achten, dass vor Projektbeginn alle Betroffenen ermittelt und beteiligt werden (Stakeholderanalyse).

3. Service

3.1. Einführung

Wie man in den vorangegangenen Kapiteln lesen kann, beeinflusst die Digitalisierung die Produktion der Betreiber sowie die Maschinenfertigung der Hersteller. Einen großen Einfluss hat sie aber auch auf den Service der Hersteller und die Instandhaltung der Kunden.

Getrieben sind die Veränderungen einerseits durch Herausforderungen wie Fachkräftemangel, immer höhere Forderungen, die Stillstandzeiten gering zu halten und möglichst geplant durchzuführen, aber auch das Potenzial bzw. die Forderungen, höhere Profite durch Serviceeinsätze zu erwirtschaften. Unabhängig davon hebt man sich durch einen guten Service von der Masse ab: Gute Maschinen bauen viele. Guter Service wird geschätzt, eher inzwischen erwartet und gefordert.

3.2. Kundenservice macht den Unterschied

Die herstellende Industrie steht im Rahmen der 4. Industriellen Revolution vor gravierenden Veränderungen. War der Fokus bisher auf der exzellenten Herstellung des Produkts, den Vertrieb über Partner und Distributorennetzwerke, ändert sich die Priorität auf Vorstandsebene hin zu mehr „Service orientierten Geschäftsmodellen“.

„Bis 2021 soll der Service-Anteil an den Erlösen auf 30 Prozent wachsen. Je besser die Leistung und Verfügbarkeit des bestehenden Maschinenparks, desto eher sind die Kunden bereit, neue Maschinen wieder in Würzburg zu bestellen und dafür mehr Geld auszugeben“
- Dr. Mathias Dähn, CFO - Koenig & Bauer AG

Diesen Markttrend bestätigt auch eine aktuelle BCG Studie zum Thema Service 4.0

Hierbei wird beschrieben, wie der Service zum wichtigsten Wertetreiber für die herstellende Industrie über die nächsten Jahre wird (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Entwicklung im Service

[BCG2016] O. Rehse, S. Hoffmann, C. Kosanke: „Trapping into the Transformation Power of Service 4.0“ [09-2016], Hrsg. The Boston Consulting Group, Inc.

3.3. Eigene Verbesserungen

Kunden (von heute) sind anspruchsvoll und viele Leistungen werden im Standard erwartet. Begeistern kann sie meist nur eines: der persönliche, stets verfügbare Ansprechpartner, der alles notwendige Wissen zu den Produkten, der Kundenhistorie und der aktuellen Situation hat. Der Kunde möchte, dass man individuell auf ihn eingeht.

Die Maschinen werden immer komplexer, die Anzahl der Mitarbeiter, ebenso wie die Fachkenntnisse vor allem zu Altsystemen / Altsteuerungen, von denen sich immer noch genug im Feld befinden, und gleichzeitig die Geduld der Kunden bezüglich der Reaktionszeit immer geringer.

Somit können die Service-Mitarbeiter die Forderungen der Kunden nur noch schwer erfüllen. Deswegen ist es wichtig, ihnen Assistenzsysteme und Methoden zur Verfügung zu stellen, ihnen den Arbeitsalltag zu erleichtern:

- Remote Zugriff auf die Maschine zur Fehlerbehebung ist inzwischen in allen Branchen seit Jahren ein Standard. Dadurch wird auch ermöglicht, dass schnell und einfach weitere Techniker zugeschaltet werden.

- Maschinendatenerfassung hilft die Ausfallsituation und den Zustand der Maschine im Ausfallmoment zu analysieren, den Fehler ggf. remote zu beheben und besser vorbereitet zum Kunden zu fahren – mit den richtigen Ersatzteilen.
- Maschinendatenerfassung und Analytics prognostizieren Trends wie sich die Lebensdauer der Maschine verändert und zeigen ggf. einen anstehenden Ausfall an, z.B. durch Informationen, ob die Maschine an der Leistungsgrenze betrieben wurde. Predictive Maintenance ist allerdings nicht so weit fortgeschritten wie einem dies das Marketing diverser Anbieter glauben lassen möchte.

IoT Plattformen unterstützen hierbei. In Kombination mit modernen CRM oder weiteren-Systemen werden Möglichkeiten geboten, alle wichtigen Daten zu verarbeiten und den Kunden optimal zu bedienen

Im Zusammenspiel mit der richtigen Sensorik und dem Wissen, welchen Daten wie und wann aus den Produkten ggf. in Echtzeit erfasst werden sollen, evtl. auch mit Analytics, schließt sich der Kreislauf von End2End – IoT enabled – Service Prozessen.

Über die voll integrierte Field Service Lösung kann dann auch ohne Unterbrechung im Bedarfsfall der richtige Service Techniker optimiert und nach Kundenpräferenz eingeplant werden. Über einen automatisch erzeugten Arbeitsauftrag bekommt dieser dann auf das Endgerät seiner Wahl (Laptop, Tablet oder Mobiltelefon) alle für den erfolgreichen Service-Einsatz relevanten Daten angezeigt, inklusive der hierfür erforderlichen Ersatzteile. Zusätzlich wird über die mobile Applikation die optimierte Routenplanung und die digitale Kundensignatur ermöglicht sowie die Generierung einer Leistungsabrechnung. Somit lässt sich der gesamte Prozess, der heute noch vielerorts Papier basiert ist, digitalisieren. Damit einher gehen neben einer Effizienzerhöhung im operativen Service auch die signifikante Verkürzung der Zahlungseingänge.

3.4. Geschäftsmodelle - Smart Services

Produkte werden zunehmend durch internetbasierte, digitale und physische Dienstleistungen erweitert. Physische und digitale Dienstleistungen werden kombiniert sowie verknüpft und Kunden als Service bedarfsgerecht und flexibel zur Verfügung gestellt. Diese Verknüpfung bzw. Verschmelzung von physischen und digitalen Services werden dann als **Smart Services** bezeichnet.

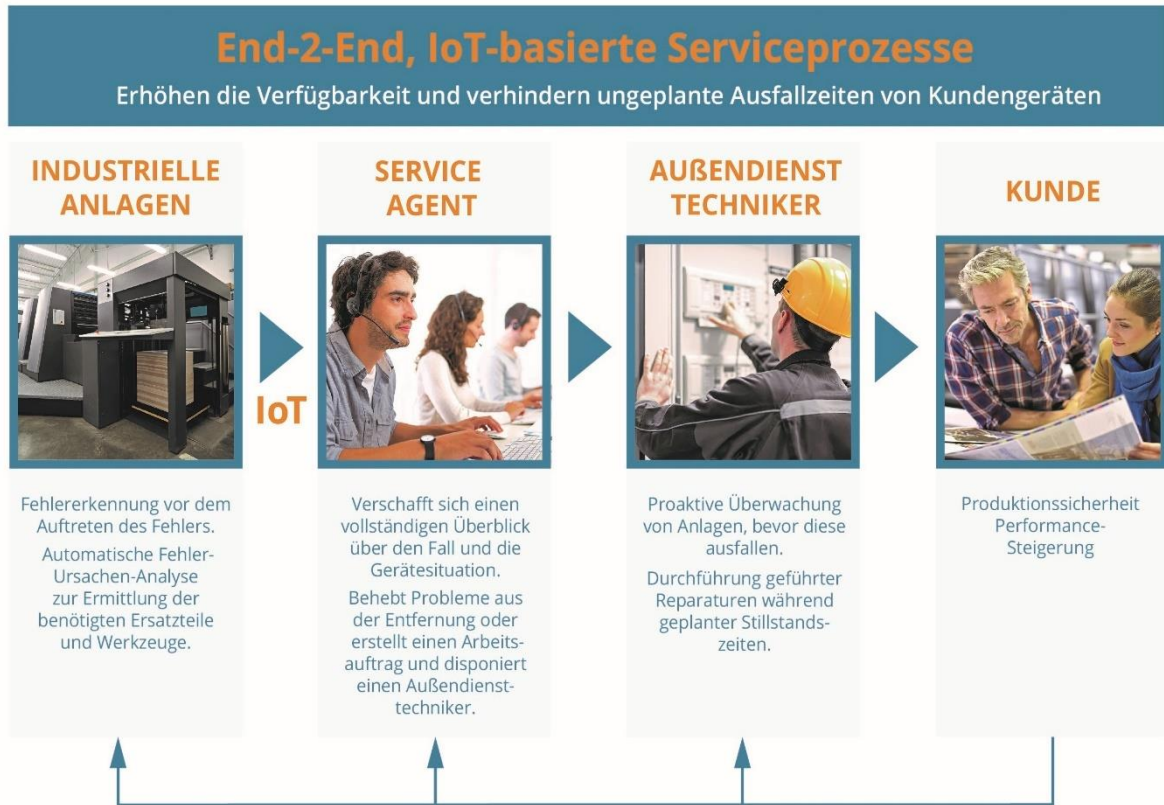


Abbildung 6: IoT basierte Serviceprozesse

3.5. Anwendungsbeispiele und Geschäftsmodelle

3.5.1. Eigene Verbesserungen im Unternehmen

Durch den Einsatz von Anwendungssystemen und Technologien im Bereich Smart Data ergeben sich folgende Aufgaben:

1. Transparenz schaffen: Jedwede Anwendung (z.B. Monitoring) setzt darauf auf.
2. Erst durch die Transparenz kann man Anomalien in den vorhandenen Daten erkennen
 - 2.1. Abweichungen erkennen anhand der Daten
 - 2.1.1. Knowhow-Träger Mensch benötigt
 - 2.1.2. Erfahrungswerte müssen bekannt sein
 - 2.2. Vorteil bewiesenes Wissen: Nachweis der Abweichungen durch die Daten, nicht mehr nur „gefühltes Expertenwissen“
3. Erst durch 1) und 2) ist eine Optimierung möglich.
 - 3.1. Beim Kunden hilfreich für Produktion und Instandhaltung
 - 3.2. Beim Lieferanten für Service/Instandhaltung, Entwicklung

3.5.2. Anwendungsmöglichkeiten

Digitale versus physikalische Produkte (z.B. über 3D Druck). Im Bedarfsfall wird nicht die Komponente verschickt sondern die CAD-Zeichnung, um die Komponente dann vor Ort zu drucken (Voraussetzung dafür ist die Klärung technischer und rechtlicher Vorbehaltsthemen und Kompensation der Vorbehalte der CAD-Datenanbieter bezüglich des Schutzes oder angemessener Vergütung der eigenen IP).

- **Optimierungsansätze:**
 - Fokus auf Produktion oder Instandhaltung
 - Fokus auf Technik oder auf Prozesse (generell ist beides gefordert)
 - Know-how-Aufbau nötig: Betrieb der Anlage
 - Performanceoptimierung
 - Prozessoptimierung
 - Technik
- **Smart Products / Smart Services - Remote und Smart Monitoring**
 - **Nicht mehr die Maschine als Differentiator am Markt im Sinne eines ubiquitären Wettbewerbsvorteils** (gute Maschinen bauen oder kopieren können viele Unternehmen in unterschiedlichen Regionen). Das Thema ist wettbewerbsseitig ausgereizt, d.h. es müssen neue bzw. andere Alleinstellungsmerkmale geschaffen und angeboten werden, ggf. in Kombination mit den traditionellen Produktionsleistungen.
- **Stattdessen rückt Service/Instandhaltung und vor allem die Optimierung der Produktionsprozesse in den Fokus und muss ausgebaut und abgesichert werden** (Themen wie Maschine zu Maschine Kommunikation, Maschine zu ERP/MDE, papierlose Produktion etc.). Dies stellt hohe Anforderungen an den Bereich Service/Instandhaltung, der bisher oft als notwendiges Übel gesehen wird und sich oft auch nur mit People Business beschäftigt und auskennt. Oft fehlt das Verständnis dafür, dass Remote-Zugriff auf die Maschinen/Anlagen oder/und die Datenanalyse für die Verbesserung der Effektivität hilfreich ist (Skalierbarkeit der Investitionen).
- **Rückverfolgbarkeit / Traceability als Optimierungsoption** (Verbindung Technik / Prozess). Unter Umständen werden für die Klärung der Zusammenhänge sehr viele Daten über einen relativ langen Zeitraum benötigt (z.B. Anwendungen in den Bereichen Automobil, Pharma, Lebensmittel, Chemie)

4. Informationen heben

4.1. Möglichkeiten

In dem vorhergegangenen Kapitel wurden die Möglichkeiten der Digitalisierung bei Produktionsanlagen sowohl im Betrieb beim Kunden als auch im klassischen Servicemodell aufgezeigt. In diesem Abschnitt sollen die Möglichkeiten detailliert auch mit Vorstellung von Algorithmen und Technik vorgestellt werden.

4.2. Vernetzung

Die Voraussetzung für alle hier vorgestellten Möglichkeiten ist eine vernetzte Maschine. Doch was bedeutet vernetzt? Wie kann eine Maschine vernetzt werden?

In diesem Fall bedeutet Vernetzung, die Daten der Maschine nutzbar zu machen. Die meisten Anlagen produzieren bereits heute eine riesige Menge an Daten. Diese bleiben aber oft oder zu großen Teile in der Maschine, wo diese nicht genutzt werden können. Um die erzeugten Daten einer Maschine nutzbar zu machen, müssen die Daten in der Regel von der Anlage in eine Datenbank im eigenen Unternehmen oder der Cloud gesendet werden. Die Maschine muss also mit einer Kommunikationstechnologie ausgestattet werden, damit das Versenden der Daten möglich ist. Dabei spielt es keine Rolle, ob es eine drahtlose Funkübertragung oder eine kabelgebundene Übertragung ist.

4.2.1. Nutzung der Daten

Im ersten Schritt reicht häufig eine Visualisierung in einem Dashboard, welches die Daten der Maschinen für den Kunden oder für den eigenen Servicemitarbeiter mit deskriptiver Statistik aufbereitet, so dass dieser jederzeit in der Lage ist, die Funktionsfähigkeit der zu betreuenden Maschinen zu überprüfen. Auch im Fehlerfall der Anlage hilft ein solches Dashboard innerhalb kürzester Zeit, alle relevanten Fehlermeldungen oder die zuletzt verarbeiteten Aufträge und Signale der Maschine anzuzeigen.

Für bspw. Predictive Maintenance reicht beschreibende Statistik allerdings nicht mehr aus. Dafür werden Machine Learning Algorithmen eingesetzt. Maschinelles Lernen ist ein Oberbegriff für Algorithmen und Methoden, welche durch das Erkennen von Mustern und Gesetzmäßigkeiten in einem Datenbestand eine, je nach Algorithmus unterschiedliche, Aufgabe erfüllen. Diese Aufgabe kann bspw. das Klassifizieren eines Datensatzes oder die Prognose des weiteren Verlaufs eines Signals bedeuten.

Eine mögliche Unterscheidung der Algorithmen ist in überwachtes und unüberwachtes Lernen:

Beim unüberwachten Lernen, werden dem Algorithmus Daten ohne zusätzliche Informationen übergeben. Dieser lernt damit ein Modell, welches anschließend in der Lage ist, unbekannte Daten zu klassifizieren. Dem gegenüber steht das überwachte Lernen. Hier wird dem Algorithmus zusätzlich zu den Daten der gewünschte Output zu diesen Daten übergeben. Der Algorithmus lernt daraufhin ein Modell, welches die Strukturen der Daten für die definierten Outputs kennt und somit in der Lage ist, bisher unbekannte Daten einem Output zuzuordnen.

Bezogen auf die Überwachung von Maschinen folgt jeweils ein Beispiel:

Unüberwachtes Lernen: Der Algorithmus lernt auf Basis der Daten einer Maschine, was das typische Verhalten der Maschine ist und kann dieses klassifizieren. Kommt es zu einer Fehlfunktion, kann der Algorithmus dies als nicht typisches Verhalten der Maschine erkennen und gibt bspw. dem Servicemitarbeiter einen Alarm. Algorithmen dieser Klasse sind bspw. Kmeans oder Deep Learning Autoencoder.

Überwachtes Lernen: Die Daten der Maschine werden zunächst in typisches und fehlerhaftes Verhalten durch einen Servicemitarbeiter aufgeteilt. Diesen Vorgang nennt man Labeling. Der gelabelte Datensatz wird anschließend dem Algorithmus übergeben, der auf Basis der ihm gezeigten Beispiele die Struktur von typischen und fehlerhaften Daten lernt. Kennt der Algorithmus die Struktur der Daten beider Klassen, ist er in der Lage auch unbekannte Daten zu einer der beiden Klassen zuzuordnen. Werden unbekannte Daten als fehlerhaftes Verhalten klassifiziert, wird ein Alarm für den Servicemitarbeiter ausgelöst. Algorithmen dieser Klasse sind bspw. Entscheidungsbäume, Neuronale Netze oder Support Vector Maschinen.

Beides sind valide Ansätze für das Erkennen von Fehlfunktionen einer Maschine. Oft kann der richtige Algorithmus nur durch Ausprobieren verschiedener Optionen gefunden werden



Abbildung 7: Schematische Darstellung einer vernetzten Anlage

4.3. Vorgehen

Das de-facto Standardvorgehensmodell für Data Science ist CRISP-DM.

CRISP – DM ist ein hierarchisches Prozessmodell zur Analyse von Daten (Chapman, et al., 2000, S. 6). CRISP – DM steht für cross industry standard process for data mining und ist in sechs Phasen aufgeteilt, welche ggf. mehrfach durchlaufen werden können. Falls inhaltlich notwendig, kann zusätzlich zwischen den Phasen gesprungen werden (Chapman, et al., 2000, S. 10).



Abbildung 8: Phasenmodell CRISP – DM (Chapman, et al. 2000, 10)

4.3.1. Business Understanding

In der ersten Phase, dem Business Understanding, wird die Aufgabenstellung und das Ziel zunächst aus einer Business – Perspektive erarbeitet und anschließend in ein Data Mining Problem überführt. Auch das weitere Vorgehen wird in dieser Phase geplant (Chapman, et al., 2000, S. 10).

4.3.2. Data Understanding

In der Phase Data Understanding wird zunächst die Datenbasis für die Fragestellung erhoben. Anschließend wird durch hauptsächlich deskriptive Statistik und Datenvisualisierungen ein erster Überblick geschaffen (Chapman, et al., 2000, S. 12). Das Ziel dieser Phase, ist es zu überprüfen, ob die gewählten Daten ausreichend für die Fragestellung sind (Berthold, Borgelt, Höppner, & Klawonn, 2010, S. 8).

4.3.3. Data Preparation

Die Phase Data Preparation beinhaltet alle notwendigen Schritte, um die Datenbasis für die folgenden Phasen vorzubereiten. Dies kann die Auswahl, Transformation oder Bereinigung von Daten umfassen (Chapman, et al., 2000, S. 11).

4.3.4. Modeling

Die vierte Phase enthält die Auswahl und das Erzeugen verschiedener Modelle, welche die in der ersten Phase definierten Ziele erreichen sollen. Die genaue Bedeutung des Begriffs Modells hängt daher auch immer von dem vorliegenden Anwendungsfall ab. I.d.R. handelt es sich jedoch um überwachte oder unüberwachte machine learning Algorithmen wie Entscheidungsbäume, Regressionsanalysen oder Clusteringalgorithmen (Maimon & Rokach, 2010, S. 1048).

4.3.5. Evaluation

Die in der Phase Modeling entwickelten Modelle werden in der Phase Evaluation bewertet. Besonderen Wert wird dabei auf die Überprüfung der Relevanz für die in der ersten Phase definierten Fragestellung gelegt (Chapman, et al., 2000, S. 11).

4.3.6. Deployment

In der letzten Phase, dem Deployment, wird das Modell in den operativen Betrieb des Unternehmens in der Art überführt, dass der Kunde der Analyse diese in der täglichen Entscheidungsfindung nutzen kann (Chapman, et al., 2000, S. 11).

5. Organisation / Strukturen

5.1. Die klassischen Organisationsstrukturen sind im Umbruch

5.1.1. Übergang vom Produzenten zum Dienstleister

„Wir sind kein Autohersteller mehr“

Was aus dem Mund von Dieter Zetsche, CEO der Daimler AG zunächst befremdlich klingt ist einzig und alleine eine Feststellung von Tatsachen.

Das klassische Bild des Maschinen- und Anlagenbauers ist stärker im Wandel denn je. Während früher die Maschinen selbst als Erkennungszeichen eines in diesem Sektor produzierenden Unternehmens standen, ist heute das Hauptprodukt oftmals nicht mehr klar erkennbar. Dabei wird jedoch häufig in schwarz und weiß gedacht und es kommt die Frage auf, was der Produzent mittlerweile produziert - Maschinen, Software oder Dienstleistungen.

Eines ist meist auf das andere angewiesen, sodass für einen reibungslosen Ablauf in der Produktion als auch im Betrieb Software sowie Hardware benötigt werden. Eine

Verbreiterung des Leistungsspektrums bringt neben neuen Kunden, die das Unternehmen, wie auch seine Identität beeinflussen auch eine Vielzahl neuer Mitarbeiter, die das Unternehmen zusätzlich wandeln. Komplexe Maschinen fordern ebenso komplexe Software was dazu führt, dass der Hersteller als ersten Schritt externen Partnern einbezieht. Die sich dadurch anbietende Möglichkeit einer Erweiterung des Produktportfolios wird immer mehr

wahrgenommen, wodurch sich die Unternehmen von der klassischen Fertigung zusätzlich zum Softwareanbieter und folglich sogar zu Dienstleistern wandeln.

Da entsprechende Software auch von anderen Herstellern genutzt werden kann, entstehen neue Chancen und Geschäftsmodelle für ursprünglich ausschließlich produzierende Firmen.

Aber auch neben der steigenden Wichtigkeit der Software birgt der aktuelle Umschwung Veränderungen in den Unternehmen. Die Überschrift dieses Abschnitts "Vom Produzenten zum Dienstleister" verrät nicht nur einen Wechsel der Produkte, sondern vielmehr auch einen Wechsel des Unternehmens an sich. Aus traditionell agierenden Produktionsfirmen werden globale Dienstleister, die sich nicht mehr nur an ihrer ursprünglichen Industrie orientieren. Die Digitalisierung spielt hierbei natürlich eine entscheidende Rolle, vor allem beim Umschwung zu Software-Dienstleistungen.

Automobilsektor als Beispiel

Als greifbares Beispiel ist die Automobilindustrie zu nennen, die sich innerhalb der vergangenen Jahre rasch gewandelt hat und versucht zukünftige Herausforderungen mit neuen Lösungen zu bewältigen. Der Vergleich "Früher Blech, heute ein Computer auf Rädern" beschreibt die Entwicklung dieses Industriezweiges wohl am passendsten.

Auch die Furcht vor der Konkurrenz, die laut den deutschen Automobilbauern nicht aus dem eigenen Land kommt, sondern vielmehr aus den USA von Google und Apple, treibt die Veränderung und die Entwicklung voran.

Auswirkungen auf den Maschinen- und Anlagenbau

Im Maschinen- und Anlagenbau war die bisherige Geschäftsstrategie meist recht konventionell. Durch den Verkauf der Maschine war das Geschäft erfahrungsgemäß abgeschlossen.

Neue All-in-One-Lösungen in Form von Produkt- und Kundenbetreuung auch nach dem Verkauf kommt auch dem Wunsch der Kunden nach, die immer mehr maßgeschneiderte Lösungen für diverse Einsatzgebiete verlangen. Aus dem Ausland wächst der Druck auf produzierende Unternehmen ebenfalls, sodass eine Abhebung vom bisherigen Standard notwendig ist, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Während ausländische Firmen die reine Produktion häufig billiger realisieren, kann durch entsprechende Dienstleistungsangebote in Verbindung mit neuen Technologien der Vorsprung des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus gesichert werden.

6. Herausforderungen und Chancen des Unternehmenswandels

Der Wandel einer ganzen Industrie birgt neben unzähligen Chancen und positiven Aspekten auch einige Herausforderungen bei der Umsetzung. Das theoretische Konstrukt eines Wandels ist in der Praxis ein aufwendiger Prozess, bei dem alle Beteiligten eine gewisse Bereitschaft zur Veränderung mitbringen müssen.

6.1. Herausforderungen

Change Management - Um den rasanten Wandel auch innerhalb der Unternehmen meistern zu können, wird deren Change Management auf die Probe gestellt. Neben Führungskräften, die in der Lage sind, ein Unternehmen erfolgreich durch eine Zeit stetiger Veränderung zu führen, wird auch das Schaffen einer Unternehmenskultur, die agil genug ist, sich schnellen Wechseln anzupassen, benötigt. Diese Veränderungen bringen neue Herausforderungen mit sich.

Mentalitätswechsel und Mitarbeiterschulung - Die Bezeichnung Personal 4.0 wird immer geläufiger und Firmen müssen sich darauf vorbereiten, neues qualifiziertes Personal für Entwicklung, Service und Vertrieb einzustellen und diese auch mit entsprechenden Schulungen zu unterstützen. Mitarbeiter wiederum müssen ihre Mentalität gegenüber dem digitalen Wandel ändern. Wie zuvor bereits beschrieben ist die Angst vor Veränderung bei bestehendem Personal groß, vor allem hinsichtlich Jobverlust. Hier ist es die Aufgabe des Change Managements, entsprechend entgegenzuwirken und eine Unternehmenskultur zu schaffen, die einer Veränderung solchen Ausmaßes positiv gestimmt ist. Eine flexible Haltung gegenüber Neuheiten vom Entwickler bis zum Top-Management sollte durchgesetzt werden und um wirksam zu sein.

Dabei ist eine Hauptschwierigkeit bisher bewährte Methoden und Praktiken zu beachten, jedoch nicht krampfhaft an ihnen festzuhalten, da dies zu einer Blockade im Schaffen von Neuem führen kann. Überwiegend bei Mitarbeitern fortgeschrittenen Alters ist die Skepsis bezüglich eines Wandels groß, da von funktionierenden Praktiken ungern abgewichen wird. Ein Führungsteam, welches den Wandel leiten, positive Aspekte souverän kommunizieren und mit den Problemen der Mitarbeiter umgehen kann, ist essentiell. Vor allem beim Thema Digitalisierung und Automatisierung in einer bisher unbekannt Form ist die Angst vor Jobverlust oder Ersetzung bei Mitarbeitern groß. Eine Auswirkung auf die Unternehmenskultur ist somit fast schon selbstverständlich, was neben technologischen Hindernissen eine nicht zu unterschätzende Herausforderung für Unternehmen werden kann.

Leistungsspektrum - Eine Verbreiterung des Leistungsspektrums bringt neben neuen Kunden, die das Unternehmen, wie auch seine Identität beeinflussen, auch eine Vielzahl neuer Mitarbeiter. Durch neue Mitarbeiter aus dem bisher eher nebensächlichen Softwaresektor wandelt sich das Unternehmen zudem intern. Mitarbeiter können die Teamarbeit und Klima maßgeblich beeinflussen, sodass es naheliegt, dass durch eine interdisziplinäre Zusammenarbeit das Unternehmen vor neuen Herausforderungen steht, welche aber auch Möglichkeiten bergen, sich weiter zu entwickeln.

Fehlendes Know-how - Eine potenzielle Umstellung von altem bekanntem ist für viele Mitarbeiter häufig mit Problemen verbunden, welche einen solchen Prozess hemmen. Fehlendes Know-

How im Feld der Digitalisierung wird zum Problem für den konservativ geprägten Maschinen- und Anlagenbau und stärkt das Bedürfnis nach neuen Arbeitskräften mit IT Fachwissen, welche jedoch dem Trend folgen zu großen IT-Unternehmen zu gehen.

Zusammenarbeit mit Dritten/Partnern - Die Beauftragung von externen Dienstleistern zur Unterstützung erscheint als geeignete Lösung. Folglich entwickelt sich eine neue Art von Geschäften und Geschäftsmodellen, die das Mitwirken externer Kräfte beinhaltet.

Heterogene Teams - Die arbeitenden Teams unterscheiden sich teilweise grundlegend von klassischen Arbeitsgruppen. Interdisziplinäre Teams aus unterschiedlichsten Fachrichtungen entwickeln neue Konzepte und Geschäftsmodelle, doch auch dies bringt Herausforderungen mit sich. Durch verschiedene Kompetenzen und Fachgebiete, die aufeinandertreffen, wird die Arbeit erschwert. Aber nicht nur in der Entwicklung prallen Welten aufeinander, auch in der Anwendung. Neue Anwender und Entwickler schaffen zuvor unbekannte Situationen, weshalb eine enge Einbeziehung der Anwender essentiell für digitalisierte Dienstleistungen ist.

Organisationsstruktur - Auch die bisherige Organisationsstruktur von Unternehmen, die im klassischen Anlagen- und Maschinenbau ansässig sind, wird durch den Wandel beeinflusst. Resultate sind Anpassungen der Rollen in der Entwicklung und sogar der Arbeitsräumlichkeiten. Innovations- und Digitalisierungsabteilungen inklusive Digitalisierungsofficer werden geschaffen, welche den Anschluss an den digitalen Wandel sichern sollen. Flexibilität erreicht eine viel höhere Bedeutsamkeit, was sich auch auf die Arbeitsverteilung und Umgebung auswirkt. Das Büroraumdesign wird auf Kommunikation statt getrennte Entwicklungsabteilungen zugeschnitten, sodass Innovationen eine deutlich größere Chance gewährt wird.

Anpassung der Methodiken Eine Anpassung der Entwicklungsmethoden ist unvermeidbar, da der durch die Digitalisierung bedingte schnelle Wandel in Projekten nur so gehandhabt werden kann. Agiles Projektmanagement, wie zum Beispiel SCRUM bietet sich hier an, um dynamisch auf kleinste Änderungen eingehen zu können und somit den Entwicklungshorizont maßgeblich zu verkleinern.

Know-How Sicherung - Weiter ist es sinnvoll bestehendes, aber auch neu erlangtes Wissen zu digitalisieren um sogenanntes Informationshiding zu vermeiden. Durch interne Wikis wird Know-How gesichert und kann somit unabhängig von einzelnen Personen genutzt werden. Auch Sales Maßnahmen sind im Begriff sich zu verändern und weichen immer mehr von klassischem Vertrieb ab. Neue Fragen kommen auf, unter anderem nach der Art des Vertriebs oder auch der Aftersales Strategie. Durch den Wandel der Geschäftsmodelle ändert sich auch das Risiko, sowohl auf Kunden- als auch auf Verkäuferseite, da Kunden nur noch für in Anspruch genommene Leistung zahlen.

6.2. Chancen

Differenzierung im Wettbewerb - Anlagen- und Maschinenbauer, die sich den Herausforderungen annehmen und sich der Relevanz der Digitalisierung bewusst werden, schaffen für sich selbst und ihre Kunden die Möglichkeit zusätzlicher Hardware-Umsätze, gesteigerte Kundenbindung oder auch eine Differenzierung im Wettbewerb. Hierdurch kann eine Sicherung der eigenen Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit nachhaltig gewährleistet werden.

Neue Geschäftsfelder - Die zunehmende Digitalisierung des Anlagen- und Maschinenbaus lässt eine Vielzahl neuer Geschäftsfelder entstehen. Während die meisten dieser Industrie 4.0-Geschäftsmodelle Serviceanbieter der IT-Branche zum Beispiel Softwareentwickler oder Softwareanbieter betreffen, bestehen auch für Anlagen- und Maschinenbauer vielfältige neue Wertschöpfungsmöglichkeiten.

Neuorientierung - So setzt eine Verschiebung der klassischen Leistungen des Anlagen- und Maschinenbauers hin zu neuen Geschäftsmodellen wie IT-basierten Services eine bestimmte Bereitschaft zur Neuorientierung voraus, da sich unter anderem eine völlig neuartige Know-How-Anforderung im Vergleich zum konventionellen Kerngeschäft ergeben kann. Dieses bestand bisher meist aus dem Verkauf der Maschine, potenzielle Umsatzsteigerungen durch Aftersalesstrategien wurde meist vernachlässigt und somit nicht als notwendiger Teil des Verkaufsprozesses gesehen.

Beispiele für neue Geschäftsfelder - Betrachten wir die neuen Wertschöpfungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel Predictive Maintenance, SaaS (Software as a Service), Smart Contracts etc. im Detail, zeigt sich, dass einer der spannendsten Ansätze für den Anlagen- und Maschinenbau im pay-per-use/pay-per-hour Modell zu sehen ist.

Pay-per-Use - Im Rahmen des pay-per-use/pay-per-hour Geschäftsmodells verzichtet der Anlagen- und Maschinenbauer auf den Verkauf einer seiner Komponenten (Maschine), stattdessen stellt er gegen ein Entgelt eine Komponente (Maschine) oder gar eine ganze Anlagen-Infrastruktur als Dienstleistung zur Verfügung. Dabei sind die für den Kunden gesenkten Hürden und Risiken der Anschaffung einer Maschine als klarer Wettbewerbsvorteil für den Anlagen- und Maschinenbauer zu sehen. Es gilt bei diesem lifecycle-basierten Ansatz jedoch zu beachten, dass sich das Risiko von Betriebsfehler sowie der Wartung innerhalb des vereinbarten Zeitraums vom Kunden auf den Anlagen- und Maschinenbauer verlagert und daher einer angemessenen Risikobewertung bedarf.

Chancen durch neue Geschäftsmodelle - Dennoch bleibt bei diesem Geschäftsmodell ein klarer Wettbewerbsvorteil bestehen. Die Erklärung hierfür liegt vor allem in den für den Kunden deutlich niedrigeren Hürden der Anschaffung. Dies führt in der Folge zu einer Inbetriebnahme einer größeren Anzahl von Maschinen/Anlagen als unter dem gebrauch vergleichbarer Vertriebswege. So ergibt sich gerade für den Anlagen- und Maschinenbau die Möglichkeit der Nutzung gewinnbringender Synergien. Beispielsweise kann durch die Analyse (Big Data) der von der Flotte erzeugten Daten eine vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) realisiert werden. Hierdurch werden vor allem die kostenaufwändigen ungeplanten Wartungen und Ausfälle reduziert, was zu einer Steigerung der Kosteneffizienz führen kann.

Vom Produkt- zum Serviceanbieter - Dies, in Form eines All-in-One Angebotes kommt dem Wunsch der Kunden nach, die immer mehr maßgeschneiderte Lösungen für diverse Einsatzgebiete verlangen.

Anlagen- und Maschinenbauer, die sich dieser kommenden Herausforderungen annehmen und sich der Relevanz der Digitalisierung bewusst werden, schaffen für sich selbst und ihre Kunden die Möglichkeit zusätzlicher Hardware-Umsätze, gesteigerte Kundenbindung oder auch eine Differenzierung im Wettbewerb. Hierdurch kann eine Sicherung der eigenen Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit nachhaltig gewährleistet werden.

7. Schlusswort

Die Digitalisierung des Maschinenbaus steht trotz der vergangenen Jahre immer noch in den Startlöchern und vor allem in der Initiative Industrie 4.0 wird das Thema Vernetzung und Big Data immer entscheidender. Dass dies einen Wandel in der Industrie bringt ist eine natürliche Folge. Wie mit diesem Wandel umgegangen wird liegt jedoch in den Händen der Anlagen- und Maschinenbauer selbst. Die Chancen für die Zukunft sind gigantisch, wer den Wandel nicht wahrnimmt läuft indessen Gefahr abgehängt zu werden.

Auch wenn die Angst vor der Veränderung aus Sicht der Angestellten im Maschinenbausektor nachvollziehbar ist, sind die dadurch entstehenden Möglichkeiten von großer Bedeutung. Durch den Wechsel vom Produzenten zum Dienstleister werden zukünftig einige Geschäftszweige wegfallen, dafür aber umso mehr hinzukommen. Die bereits genannten Aspekte bergen Vorteile für Kunden aber auch Verkäufer. Firmen werden sich deutlich mehr auf Software spezialisieren um Hardware zusammen als All in One Produkt verkaufen zu können. Auch Beratungs- und Serviceleistungen nach dem Kauf werden deutlich zunehmen. Ein funktionierendes Change Management ist hier der Schlüssel zum Erfolg.

Nur wenn es gelingt eine Unternehmenskultur zu schaffen, die dem Wandel offen gegenübersteht ist eine Veränderung in positiver Richtung, sowohl innovativ als auch unternehmerisch möglich.

Zusammenfassend stellt sich die Frage für die Maschinenbauer nicht ob, sondern wann der Unternehmenswandel erfolgt, da langfristig die Wettbewerbsposition bei einem Stillstand nicht bestehen bleiben kann.

Eine gut geplante und umgesetzte Digitalisierungsstrategie ist dann essentiell zur Sicherung der eigenen Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit.

Im Zuge der Konvergenz innovativer Technologien dürfte der Maschinenbau in den nächsten Jahren eine Phase disruptiven Wandels erleben. Zukunftsweisende Technologiekonzepte stehen bereit, um die Evolution der Wertschöpfung voranzutreiben.

Nachdem sich heute mit traditionellen Automatisierungstechniken kein neuer Mehrwert generieren lässt, dürften die innovationsgetragenen Entwicklungen dem Thema neuen Aufschwung geben und dem Maschinenbau im digitalen Zeitalter Tragfähigkeit verleihen.

8. Mitarbeiter im Arbeitskreis

Mitarbeiter, die durch ihre Beiträge im Arbeitskreis an der Erarbeitung des Whitepapers mitgewirkt haben:

Estibaliz Bear	Sick Vertriebs GmbH	Düsseldorf
Alexander Beck	Grenzebach Digital GmbH	Augsburg
Dr. Klaus Blättchen	syscon Unternehmensberatungsges. mbH	Erlangen
Jürgen Brixel	salesforce.com Germany GmbH	München
Gregor Josef Fuhs	Forschungsinstitut für Rationalisierung e.V. (FIR)	Aachen
Timo Holm	Siemens AG	Nürnberg
Michael Kleesatl	Heitec AG	Erlangen
Nelli Klein	Siemens AG	Nürnberg
Christine Krase	USU Software AG	Karlsruhe
Claus Peter Kuehnl	Phoenix Contact Electronics GmbH	Bad Pyrmont
Nicolas Loeffel	Industrie Reply GmbH	München
Thomas Riegler	VDMA	Frankfurt/Main
Sandra Schuster	Schwäbische Werkzeugmaschinen GmbH+Co.KG	Schramberg
Rajeev Singh	Technia GmbH	Karlsruhe
Kevin Ueckert	Claas KGaA mbH	Harsewinkel
Volker Wassmuth	Noxum GmbH	Würzburg

9. Quellen und Verweise

Stefan Gross-Selbeck (Dr. Lydia Polwin-Plass 2014)

Marschak (1974)

Laux et al. (2014)

BCG2016] O. Rehse, S. Hoffmann, C. Kosanke: „Trapping into the Transformation Power of Service 4.0“ [09-2016], Hrsg. The Boston Consulting Group, Inc.

(Chapman, et al., 2000, S. 6)

Frost & Sullivan

Berthold, M. R., Borgelt, C., Höppner, F., & Klawonn, F. (2010). *Guide to Intelligent Data Analysis - How to Intelligently Make Sense of Real Data*. London: Springer.

Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000). *the-modeling-agency*. Abgerufen am 28. 03 2018 von <https://the-modeling-agency.com/crisp-dm.pdf>

Maimon, O., & Rokach, L. (2010). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. New York: Springer US.

10. Abbildungen

Abbildung 1: Wertschöpfungspfeil	6
Abbildung 2: Beispiel für Beziehungen zwischen an einem Projekt beteiligten Parteien	12
Abbildung 3: Beispielhafter Einsatz von Edge Computing bei der Überwachung von Ölpipelines	16
Abbildung 4: Cloud to Cloud Communication	17
Abbildung 5: Entwicklung im Service	20
Abbildung 6: IoT basierte Serviceprozesse.....	22
Abbildung 7: Schematische Darstellung einer vernetzten Anlage	25
Abbildung 8: Phasenmodell CRISP – DM (Chapman, et al. 2000, 10).....	26