



Sarah Zettl, BSc

**Entwicklung eines Konzepts zur nachträglichen  
Implementierung von Industrie 4.0 Anwendungen  
bei vollautomatischen Lagersystemen**

**MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Masterstudium Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Ramsauer

Institutsname

Institut für Industriebetriebslehre und Innovationsforschung

Graz, November 2016

## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

---

Datum

---

Unterschrift

## **Danksagung**

Vorweg möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir dieses Studium ermöglicht haben und mir immer ein Rückhalt sind. Außerdem möchte ich meiner Familie, meinen Freunden und im speziellen meinem Freund Markus für die jahrelange Unterstützung danken. Danke, dass ihr alle immer an mich geglaubt habt.

Herzlichen Dank an Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Ramsauer, der mir diese Arbeit von Seiten der Universität ermöglicht hat. Besonderer Dank gilt DI Mario Kleindienst, Fabian Weinhandl, BSc und DI Christian Jungmair für die tatkräftige Unterstützung bei meiner Diplomarbeit.

Von Seiten der Knapp Systemintegration GmbH möchte ich mich beim Projektteam bedanken, allen voran Frau Nataly Wogatai, MBA, die dieses Projekt möglich gemacht hat. Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn DI Dara Ansari, der mir von Seiten der KSI bei allen Problemen ein Ansprechpartner war und mir immer wieder Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt hat.

## Kurzfassung

Das Thema Industrie 4.0 ist allgegenwärtig und hat mittlerweile sämtliche Industrieunternehmungen quer über alle Industriebereiche erreicht. Das Bewusstsein und die Bereitschaft der Industrie, ihre Strukturen an die neuen Anforderungen dieses Zeitalters anzupassen, erhöhen sich mit dem Fortschritt der Technik.

Die Unternehmung Knapp Systemintegration GmbH ist von ihren Kunden ebenso dazu angehalten, ihre Anlagen nach dem neuesten Stand der Technik auszurüsten. Die Implementierung von Industrie 4.0 Anwendungen in neueren Anlagen ist bereits erfolgt. Herausfordernd sind jedoch ältere Anlagen, welche die benötigten Features noch nicht implementiert haben. Das Ziel ist, auch diese Anlagen durch ein „Industrie 4.0 Retrofit-Konzept“ für das neue Zeitalter von Industrie 4.0 vorzubereiten. Die Diplomarbeit zielt daher darauf ab, mit Hilfe von qualitativen und quantitativen Umfragen den Bedarf an Industrie 4.0 Anwendungen bei Bestandskunden der Knapp Systemintegration GmbH zu erheben, um für die Unternehmung Lösungskonzepte zur Nachrüstung zu entwickeln.

Daraus werden zwei konkrete Angebote für ausgewählte Bestandskunden der Knapp Systemintegration GmbH erarbeitet, welche als Pilotprojekte umgesetzt werden sollen. Zudem wird ein ganzheitliches Konzept entwickelt, das den schrittweisen Prozess der Integration von Industrie 4.0 Anwendungen bei bestehenden Anlagen erläutert, sowie Weiterentwicklungsmöglichkeiten für die Unternehmung selbst diskutiert. Das Gesamtkonzept ist auf alle Kundengruppen anwendbar, unabhängig davon, um welche Kundenanlage es sich handelt.

Die Knapp Systemintegration GmbH wird durch das Ergebnis dieser Arbeit befähigt, all ihren Bestandskunden spezifische Lösungen zur Nachrüstung von Industrie 4.0 anzubieten.

## **Abstract**

The topic industry 4.0 is omnipresent and has reached all industrial enterprises across all industrial sectors in the meantime. The awareness and the willingness to adapt the structures to the new demands of the industry increase with the technical progress.

Customers of Knapp Systemintegration GmbH also expect the company to supply their facilities with state of the art technologies. The implementation of industry 4.0 applications in newer facilities has already been carried out. The more challenging parts though are older facilities that don't have the needed features implemented yet. The goal is to prepare these older facilities with an "industry 4.0 retrofit concept" for the new age of industry 4.0. This thesis targets to evaluate (with the help of quantitative and qualitative surveys) the demand of industry 4.0 applications within existing customers of Knapp Systemintegration GmbH to find a solution for the company to retrofit existing customers' facilities.

As a result, two precise offers for existing customers of Knapp Systemintegration GmbH will be prepared which will be implemented as pilot projects. Furthermore a holistic concept for the gradual integration process of industry 4.0 for existing facilities will be prepared. Additionally further developments for the company itself will be discussed. The whole concept is applicable to all customer groups – independently to the customers' facility.

The result empowers Knapp Systemintegration GmbH to offer all existing customers specific solutions to retrofit industry 4.0.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Die Unternehmung Knapp AG.....	2
1.1.1	KNAPP Systemintegration GmbH.....	2
1.2	Aufgabenstellung und Zielsetzung .....	3
1.3	Vorgehensweise.....	3
2	Literatur zu aktuellen Veränderungen der Industrie.....	5
2.1	Industrie 4.0 .....	5
2.1.1	Entwicklungsstufen bis hin zu Industrie 4.0.....	5
2.1.2	Internet der Dinge und Dienste .....	7
2.1.3	Definition Industrie 4.0 .....	11
2.1.4	Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Intralogistik .....	16
2.2	„Service 4.0™“ .....	20
2.2.1	Bedeutung Service.....	21
2.2.2	„Service 4.0™“ der KNAPP AG.....	22
2.3	Instandhaltung.....	24
2.3.1	Entwicklungsstufen der Instandhaltung.....	25
2.3.2	Arten der Instandhaltung.....	28
2.3.3	Condition Monitoring .....	33
2.3.4	Möglichkeiten von Condition Monitoring.....	34
3	Literatur zur Gestaltung von Business Modellen .....	38
3.1	Entwicklung von Geschäftsmodellen.....	38
3.2	Elemente von Geschäftsmodellen.....	39
3.3	St. Galler Business Model Navigator™ .....	43
3.4	Add On.....	45
3.5	Razor and Blade.....	46
3.6	Performance-Based Contracting .....	47
3.7	Solution Provider .....	49
3.8	Guaranteed Availability .....	51

3.9	Revenue Sharing.....	52
4	Literatur zur Erstellung von Umfragen.....	54
4.1	Erstellung von qualitativen Umfragen.....	54
4.1.1	Grundregeln der Fragenformulierung.....	55
4.1.2	Fragebogenkonstruktion .....	56
4.2	Erstellung von quantitativen Umfragen.....	56
4.2.1	Entwicklung des Outcome-Driven Innovation Ansatzes .....	57
4.2.2	ODI Methode.....	59
5	Entwicklung des Industrie 4.0 – Retrofit Konzepts .....	61
5.1	Marktrecherche .....	61
5.1.1	Angewandte Methoden .....	61
5.1.2	Interviews .....	62
5.1.3	Ergebnisse Pilotkunde 1 .....	63
5.1.4	Ergebnisse Pilotkunde 2 .....	64
5.1.5	Outcome-Driven Innovation.....	65
5.2	Gesamtkonzept .....	69
5.2.1	Business Models .....	69
5.2.2	Zielparameter .....	71
5.2.3	Basis-Struktur.....	72
6	Anwendung des Konzepts auf ausgewählte Kunden .....	80
6.1	Leistungsumfang Pilotkunde 1 .....	80
6.1.1	Condition Monitoring .....	81
6.1.2	Steigerung der Energieeffizienz .....	85
6.1.3	Optimierung der Fördertechnik.....	86
6.1.4	Störfalldetektion .....	87
6.1.5	Mobile Verfügbarkeit der Anlageninformationen .....	88
6.1.6	Erhöhung der Arbeitssicherheit.....	89
6.1.7	Datenanalytik .....	91
6.2	Leistungsumfang Pilotkunde 2 .....	93
6.2.1	Condition Monitoring .....	94

6.2.2	Steigerung der Energieeffizienz .....	97
6.2.3	Optimierung der Fördertechnik.....	98
6.2.4	Mobile Verfügbarkeit der Anlageninformationen .....	100
6.2.5	Datenanalytik .....	101
6.3	Beispielhafte Rechnung des Kundenutzen.....	102
6.4	Weitere Konzepte zur Umsetzung.....	103
6.4.1	Intelligentes Ersatzteilmanagement .....	103
6.4.2	Automatisiertes Problemmanagement .....	105
6.4.3	Überwachung pneumatischer Teile.....	107
6.4.4	Mobile Verfügbarkeit von Anlageninformationen.....	108
6.4.5	Service App.....	108
6.4.6	Eingliederung ins Key System.....	109
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	110
8	Literaturverzeichnis .....	112
9	Internetquellenverzeichnis.....	115
10	Abbildungsverzeichnis.....	116
11	Tabellenverzeichnis.....	118
12	Abkürzungsverzeichnis.....	119
Anhang A: Fragebogen Deutsch und Englisch.....		i
Anhang B: Ergebnisse der Kundenbefragung .....		xi
Anhang C: Outcomes für die Kundenbefragung.....		xxxiii



# 1 Einleitung

Die Knapp Systemintegration GmbH hat es sich zur Aufgabe gemacht ihre älteren Anlagen auf den technischen Stand von Industrie 4.0 nachzurüsten. Daher konzentriert sich diese Arbeit auf die Erstellung eines ganzheitlichen Konzepts zur nachträglichen Implementierung von Industrie 4.0 Anwendungen speziell für Knapp Kunden.

Diese Arbeit definiert den Begriff Industrie 4.0 und beschreibt den derzeitigen Stand von Industrie 4.0 in der Lagerlogistik. Die Bedeutung von Service und auch der von Knapp geprägte Begriff „Service 4.0™“ sind im Theorieteil erklärt. Die für den Praxisteil wichtigen Themen wie Instandhaltung (Condition Monitoring), Business Models für den Verkauf des Gesamtkonzepts und auch die Erstellung des Fragebogens sind im Theorieteil wissenschaftlich aufgearbeitet.

Im Praxisteil dieser Arbeit sind alle Ergebnisse aus der Zusammenarbeit mit der Knapp Systemintegration GmbH angeführt und erläutert. Unter anderem werden das Vorgehen und die Ergebnisse der Marktrecherche beschrieben, mit deren Hilfe anschließend auf das Gesamtkonzept geschlossen werden konnte. Außerdem wurde mit Hilfe der Marktrecherche auf den Leistungsumfang für die beiden Pilotkunden geschlossen und es wurden auch weitere Konzeptpunkte gefunden, deren Umsetzung von Seiten Knapp mehr Zeit in Anspruch nimmt, aber von vielen Kunden als äußerst wichtig eingestuft wurden.

## 1.1 Die Unternehmung Knapp AG

Die Knapp AG ist ein internationales Unternehmen im Bereich der Lagerautomation und Lagerlogistik. Sie wurde 1952 in Graz gegründet und beschäftigt heute 2700 Mitarbeiter, von denen 1600 im Headquarter in Hart bei Graz tätig sind. Das Unternehmen verfügt über ein globales Netzwerk von Sydney bis Buenos Aires und versteht sich als internationales Unternehmen mit steirischen Wurzeln. Die Kunden der Knapp AG kommen aus den verschiedensten Branchen wie Fashion, Retail, Food und Industry und vertrauen alle auf die Erfahrung und die Innovationskraft der Knapp AG.<sup>1</sup>

Das Ziel der Unternehmung ist es, alle Geschäftsbereiche zu optimieren und ihr Dienstleistungs- und Lösungsportfolio konsequent zu erweitern. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass in der Geschäftsstrategie der Knapp AG das Streben nach ständiger Weiterentwicklung und Forschung ein fixer Bestandteil ist.<sup>2</sup>

Durch Innovation und Entwicklung will Knapp neue Standards setzen, um ihren Kunden immer die bestmögliche Lösung anbieten zu können. Daher wird in diesem Bereich Platz für neue Ideen geschaffen und auch in der Produktentwicklung geht die Unternehmung immer wieder neue Wege.<sup>3</sup>

### 1.1.1 KNAPP Systemintegration GmbH

Das Projekt zur Nachrüstung von Industrie 4.0 wurde von der Knapp Systemintegration GmbH in Leoben ins Leben gerufen. Dieses Tochterunternehmen der Knapp AG mit mehr als 400 Mitarbeitern ist Spezialist für ganzheitliche Logistiklösungen im komplexen und hochautomatisierten Lagerbereich. Daher liegen die Kernkompetenzen dieser Unternehmung in der Entwicklung von logistischen Gesamtkonzepten sowie der Umsetzung als Systemintegrator bzw. Generalunternehmer.<sup>4</sup>

Logistische Herausforderungen, vom Aufbau von neuen bis hin zur Integration von bestehenden Systemen, werden von der KSI erfüllt. Mit der Marke KiSoft steht die Unternehmung für innovative Systemlösungen in ausgewählten Bereichen (zB Getränke, Lebensmittel, Werkzeuge, Büroartikel, Versandhandel,...).<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup>vgl. [www.knapp.com](http://www.knapp.com)

<sup>2</sup>vgl. [www.knapp.com](http://www.knapp.com)

<sup>3</sup>vgl. [www.knapp.com](http://www.knapp.com)

<sup>4</sup>vgl. [www.knapp.com](http://www.knapp.com)

<sup>5</sup>vgl. [www.knapp.com](http://www.knapp.com)

## 1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, für zwei Bestandskunden der Knapp Systemintegration GmbH ein individuelles Angebot zu erstellen, das ihnen die Nachrüstung von Industrie 4.0 bei ihrer bestehenden Anlage ermöglicht. Außerdem soll ein Gesamtkonzept erstellt werden, um auch anderen Kunden Lösungen zur Nachrüstung von Industrie 4.0 anzubieten.

Dazu wurden folgende Aufgabenstellungen definiert:

- Erstellung eines qualitativen Fragebogens
- Durchführung der Interviews
- Auswertung des Fragebogens
- Erstellung einer quantitativen Umfrage
- Vor-Ort-Besichtigung von zwei Kundenanlagen
- Erstellung eines Angebotes für beide Bestandskunden
- Erstellung eines Gesamtkonzepts auf Basis der qualitativen und quantitativen Umfrage

## 1.3 Vorgehensweise

Zu Beginn des Projektes wurde ein Fragebogen gemeinsam mit dem Projektteam der Knapp Systemintegration GmbH (KSI) erstellt, um das Verständnis von Industrie 4.0 und die Probleme in der bestehenden Anlage aus Kundensicht abzufragen. Danach wurden mit diesem Fragebogen mehrere qualitative Interviews mit Bestandskunden von KSI geführt.

Die Ergebnisse der qualitativ geführten Interviews waren Basis für die Erstellung der quantitativen Umfrage, die mit Hilfe der Outcome Driven-Innovation Methode erstellt wurde. Diese Umfrage wurde in das E-Insight System von Knapp gestellt, um alle Bestandskunden erreichen zu können. Leider war die Rücklaufquote der Umfrage nicht nach den Vorstellungen des Projektteams, daher wurden an die Kunden E-Mails ausgesandt, um mehr Teilnehmer für die Umfrage zu akquirieren.

Für zwei ausgewählten Bestandskunden der Knapp Systemintegration GmbH wurde ein Angebot erstellt. Um deren Bedarf bestmöglich erheben zu können, wurden Termine zu einer Vor-Ort-Besichtigung vereinbart. Im Zuge dieser Firmenführung wurden die Probleme des jeweiligen Kunden mit seiner Anlage sichtbar. Als Basis für Leistungsumfang des Angebots wurden einerseits die Probleme des Kunden mit der Anlage und andererseits die Ergebnisse der Interviews, die vor Ort geführt wurden herangezogen. Nachdem der Leistungsumfang festgelegt war, wurde mit den Mitgliedern des Projektteams die technische Lösung besprochen und ein Kundennutzen soweit als möglich abgeschätzt.

Aufgrund der qualitativen Interviews und der anschließend durchgeführten quantitativen Umfrage konnte auf ein ganzheitliches Konzept zur Nachrüstung von Industrie 4.0 bei Bestandskunden der Knapp Systemintegration GmbH geschlossen werden.

## **2 Literatur zu aktuellen Veränderungen der Industrie**

Dieses Kapitel befasst sich mit den wissenschaftlichen Grundlagen zum Praxisteil und erläutert das für Unternehmen immer wichtiger werdende Thema „Industrie 4.0“. Es ist die Entwicklung hin zu Industrie 4.0 mit den für dieses Thema wichtigsten Begriffen erläutert. Außerdem wird auch die Entwicklung der Instandhaltung bis hin zu den Änderungen durch Industrie 4.0 thematisiert.

### **2.1 Industrie 4.0**

Seit der Hannover Messe im April 2013, auf der die Plattform Industrie 4.0 gegründet wurde, ist der Begriff Industrie 4.0 nicht mehr wegzudenken.<sup>6</sup>

Ausgehend von der „Umsetzungsempfehlung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, die im April 2013 von der Promotorengruppe für Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft-Wissenschaften gegründet wurde, wurde die Plattform Industrie 4.0 ins Leben gerufen.

Ziel dieser Plattform ist es, die Umsetzungsempfehlung aus dem Jahr 2013 ernst zu nehmen und weitere Schritte einzuleiten, die einheitliche und verlässliche Rahmenbedingungen liefern sollen.

Auf Basis der Veröffentlichungen der Plattform Industrie 4.0 und weiterer Literatur zu diesem Thema soll dieses Kapitel einen Überblick zu den Vorstellungen und Definitionen über Industrie 4.0 geben.

#### **2.1.1 Entwicklungsstufen bis hin zu Industrie 4.0**

Im Zusammenhang mit Industrie 4.0 wird immer wieder von der vierten industriellen Revolution gesprochen. Daher macht es durchaus Sinn, die vergangenen drei Revolutionen zu betrachten und kurz zu erläutern, was in den verschiedenen Phasen passiert ist.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup>vgl. Bauernhansl u.a. (2014), S. V

<sup>7</sup>vgl. Bauernhansl u.a. (2014), S. 5

Die Industrialisierung begann Ende des 18. Jahrhunderts mit der 1. Industriellen Revolution durch die Einführung von mechanischen Produktionsanlagen, die mit Wasser- und Dampfkraft betrieben wurden. Die 2. Industrielle Revolution wurde 1870 mit der Nutzung des ersten Fließbandes eingeleitet. Im Fokus stand die Massenproduktion von Gütern mit Hilfe elektrischer Energie. Die erste speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) wurde 1969 eingeführt und leitete damit die 3. Industrielle Revolution ein, in der vermehrt Elektronik und IT zur Automatisierung der Produktion genutzt wurden. Diese Revolution dauert bis heute an und wird ständig erweitert.<sup>8</sup>

Um die Jahrtausendwende standen Outsourcing und Dienstleistungen im Zentrum der großen Industrienationen USA, Deutschland, aber auch Österreich. Durch Abwanderung der Produktion in den fernen Osten ging nicht nur Know-How verloren, auch der Lebensstandard der großen Industrienationen leidet nach wie vor erheblich darunter. Industrie 4.0 (die 4. Industrielle Revolution) soll die Produktion in Europa wieder sichern und stärken. Damit wurde, ausgehend von Deutschland, Industrie 4.0 in den letzten Jahren zu einem großen Thema für Industrie und Wirtschaft.<sup>9</sup>

In Abbildung 1 sind die vier Revolutionen mit kurzen Erklärungen zu sehen.

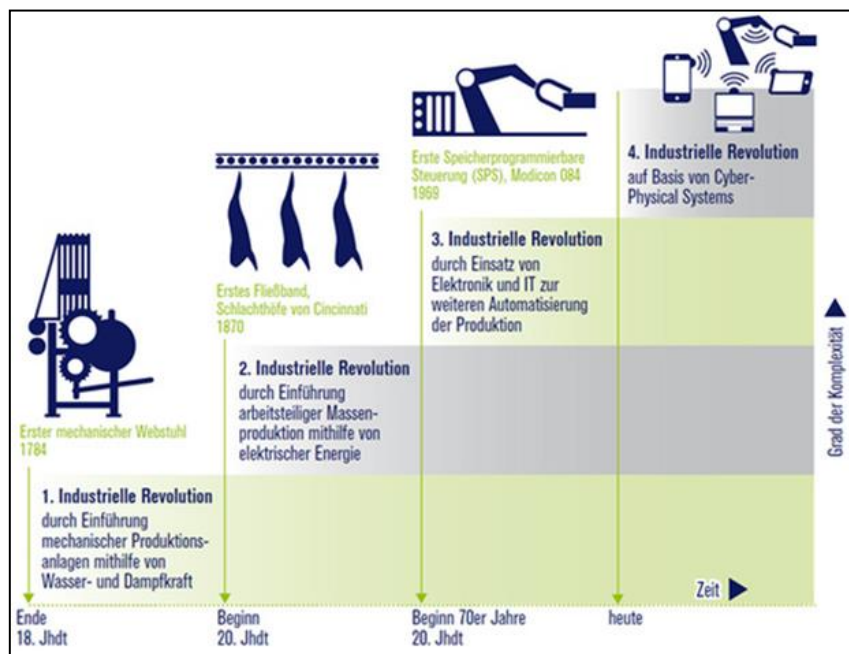


Abbildung 1: Die Stufen der Industriellen Revolution<sup>10</sup>

<sup>8</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 17f.

<sup>9</sup>vgl. Ramsauer (2013), S. 6f.

<sup>10</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 17

## 2.1.2 Internet der Dinge und Dienste

Mit dem Begriff Industrie 4.0 ist vor allem ein Paradigmenwechsel hin zur verstärkten Vernetzung neuartiger, interaktiver Produktionstechniken gemeint. Dort kommunizieren eingebettete Steuerungen direkt miteinander und werden damit zu Cyber-Physical Systems (CPS).<sup>11</sup>

Wie Abbildung 2 zeigt, kann die Struktur eines Cyber-Physical Systems am besten mit einem Zwiebelschalenmodell dargestellt werden. Es werden Systeme geschaffen, die zu anderen übergeordneten Systemen zusammengefügt werden usw.<sup>12</sup>

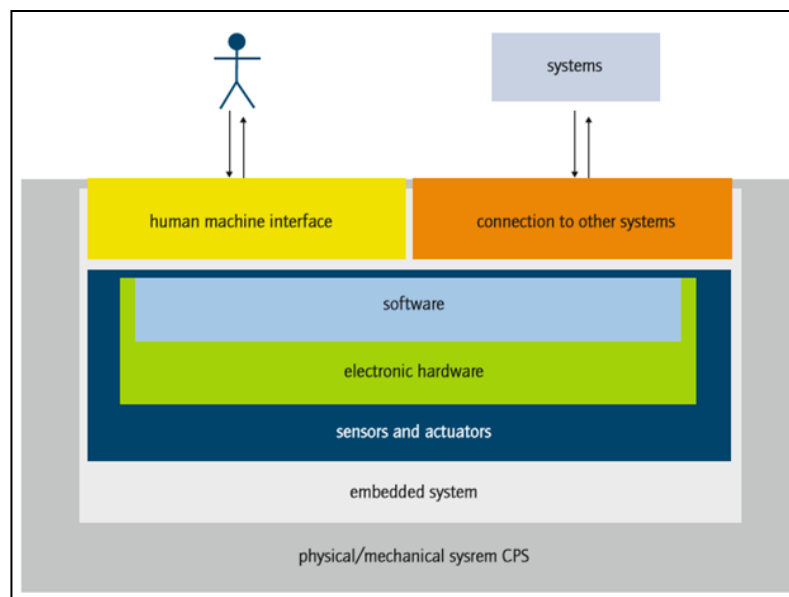


Abbildung 2: Zwiebelschalenstruktur CPSs<sup>13</sup>

Aufgrund der nahezu flächendeckenden Nutzung des Internets und der ständigen Weiterentwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) können Computer mittlerweile drahtlos vernetzt werden und es ist möglich, Unternehmen, Maschinen uvm. über Cyber Physical Systems (CPS) weltweit zu verknüpfen. Im Jahr 2012 wurde ein neues Internetprotokoll IPv6 eingeführt, das genügend Adressen für eine flächendeckende Vernetzung von intelligenten Gegenständen über Internet zur Verfügung stellt. Mit diesem Internetprotokoll hielt für die Industrie das Internet der Dinge und Dienste Einzug und es ist möglich, Ressourcen, Informationen, Objekte und Menschen weltweit zu vernetzen.<sup>14</sup>

<sup>11</sup>vgl. Russwurm (2013), S. 31

<sup>12</sup>vgl. Broy (2010), S. 23

<sup>13</sup>Broy (2010), S. 24

<sup>14</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 17

Durch das Internet der Dinge und Dienste entstehen neue Möglichkeiten für eine Fabrik, das gesamte Produktionsumfeld anzupassen und zu einer intelligenten Umgebung zu vernetzen. Im Vordergrund steht daher nicht nur die Optimierung IT-gestützter Prozesse, die es bereits gibt, sondern eine noch genauere Verfolgung der exakten Abläufe sowie der Gesamteffekt im Globalen. Es bedeutet außerdem eine enge Zusammenarbeit zwischen Geschäftspartnern (wie zB zwischen Lieferanten und Kunden) sowie zwischen Mitarbeitern; dadurch soll ein allgemeiner Nutzen entstehen.<sup>15</sup>

Im engeren Sinn meint Industrie 4.0 die technische Integration von CPS in die Produktion und auch in die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen. Natürlich ergeben sich dadurch für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle, für Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation Konsequenzen, die im Projekt Industrie 4.0 berücksichtigt werden müssen.<sup>16</sup>

Durch zunehmende Intelligenz von Produkten und Systemen sowie durch die vertikale Integration mit einem durchgängigen Engineering und die horizontale Verknüpfung über Wertschöpfungsnetzwerke führt das in der Produktion zu Industrie 4.0.<sup>17</sup>

Bisher wurde die Software nur zur Steuerung *eines* Gerätes oder zur Ausführung *eines* Arbeitsschrittes programmiert, dies soll sich mit Industrie 4.0 ändern. Die Software soll in Produkte und Produktionssysteme eingebettet werden und dadurch sollen viele Funktionen von Produkten vermehrt ohne Bedienereingriff, also autonom, möglich sein.<sup>18</sup>

Mit Hilfe dieser CPS entsteht die sogenannte intelligente Fabrik (Smart Factory), die sich selbst echtzeitnah organisiert. Ein wesentliches Merkmal dabei ist, dass die Daten in Echtzeit aus der Fabrik zur Verfügung stehen, denn dadurch ist es möglich die reale Welt mit der virtuellen Welt zu verschmelzen.<sup>19</sup>

---

<sup>15</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 18

<sup>16</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 18

<sup>17</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 23

<sup>18</sup>vgl. Sandler (2013), S. 6f.

<sup>19</sup>vgl. Vogel-Heuser (2014), S. 16



Unter Verschmelzung versteht man, dass sich physische Objekte kontinuierlich verändern und alle diese Veränderungen exakt in Echtzeit parallel mitdokumentiert und erforderliche Daten (zB Aufträge, technische Spezifikationen, Qualitätssicherung) online zur Verfügung gestellt werden. Außerdem bedeutet Verschmelzen von digitaler und virtueller Welt auch, dass entstehende Betriebsdaten entsprechend dem realen Geschehen in Echtzeit vervollständig werden.<sup>20</sup>

Die Smart Factory ist ein wichtiger Bestandteil, wenn vom Thema Industrie 4.0 gesprochen wird. Sie beherrscht die Komplexität, ist weniger störanfällig und steigert auch die Effizienz der Produktion. Die Smart Factory kommuniziert über CPS mit den intelligenten Produkten (Smart Products), die auch ein Teil des Internets der Dinge und Dienste sind. Smart Products sind jederzeit eindeutig identifizierbar und auch lokalisierbar und verfügen darüber hinaus über das Wissen ihres Herstellungsprozesses. Sie können mehr oder weniger selbstständig die einzelnen Stationen für ihre Produktion ansteuern und außerdem kennt das fertige Produkt seine Parameter für den optimalen Einsatz und seiner Einsatzbedingungen über den Lebenszyklus seiner Verschleißerscheinungen verteilt. All diese Informationen, die in den Smart Products gespeichert werden, werden für die Optimierung der Smart Factory hinsichtlich Logistik, Einsatz und Wartung sowie für die Integration in die betriebswirtschaftlichen IT-Anwendungen genutzt. Daraus ergibt sich, dass Industrie 4.0 *ein* Bedarfswelt von mehreren ist und die Gestaltung in enger Zusammenarbeit mit den anderen Bedarfswelten vorgenommen werden soll. (siehe Abbildung 3)<sup>21</sup>

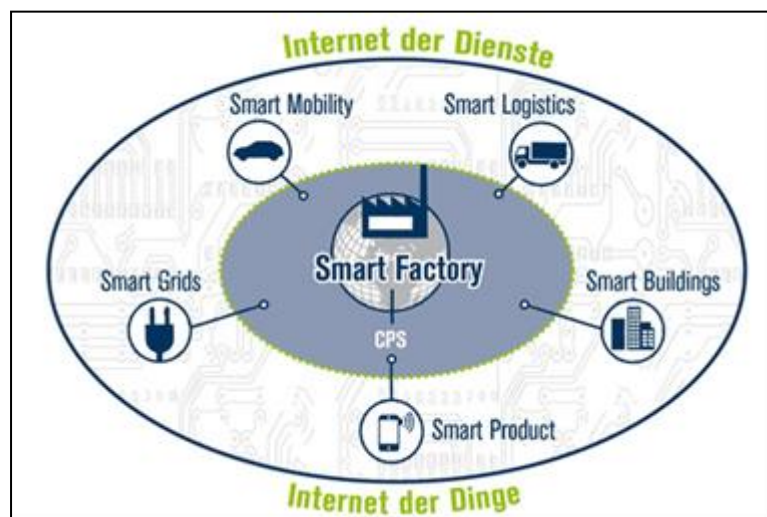


Abbildung 3: Industrie 4.0 und die Smart Factory als Teil des Internets der Dinge und Dienste<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup>vgl. Büttner (2014), S. 123

<sup>21</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 23ff

<sup>22</sup>Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 23

Durch die Smart Factory wird es möglich auf individuelle Kundenwünsche einzugehen und auch Einzelstücke rentabel zu produzieren. Es ist aufgrund dynamisch gestalteter Produktionsprozesse möglich, flexibel auf Ausfälle und Störungen zu reagieren.<sup>23</sup>

Wegen der Einführung intelligenter Fabriken und Produkte muss Industrie 4.0 auch die veränderlichen Arbeitsbedingungen für die Beschäftigten mitberücksichtigen. Es wird daher von großer Bedeutung sein, umfassende Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen für Beschäftigte anzubieten und neue Organisations- und Gestaltungsmodelle für die Arbeit einzuführen.<sup>24</sup>

Mit dem Zukunftsprojekt Industrie 4.0 wachsen moderne Informations- und Softwaretechnologien mit klassischen industriellen Prozessen zusammen. Dieses Zusammenspiel adressiert den evolutionären Wandel und dessen revolutionäre Auswirkung auf die Industrie.<sup>25</sup> Es werden traditionelle Strukturen, die auf zentralen Entscheidungsmechanismen und starren Grenzen der einzelnen Wertschöpfungsschritte aufbauen, durch flexibel konfigurierbare Leistungsangebote und interaktive, kooperative Entscheidungsmechanismen ersetzt.<sup>26</sup>

Alles in allem werden durch Industrie 4.0 technologische und marktwirtschaftliche Potentiale gehoben und neue Geschäftsprozesse sowie neue innovative Infrastrukturen für die Arbeit geschaffen.<sup>27</sup>

---

<sup>23</sup>vgl. Ramsauer (2013), S. 8

<sup>24</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 27f.

<sup>25</sup>vgl. Huber (2013), S. 112

<sup>26</sup>vgl. Spath (2013), S. 23

<sup>27</sup>vgl. Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013), S. 30

### 2.1.3 Definition Industrie 4.0

Im Lenkungsreis der Plattform Industrie 4.0 wird der Begriff Industrie 4.0 wie folgt definiert:

*„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten. Dieser Zyklus orientiert sich an zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen. Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten. Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen.“<sup>28</sup>*

In dieser Definition wird im ersten Teil die Funktion von Industrie 4.0 thematisiert. Dabei sollen auch kurzfristig kundenindividuelle Produkte nach industriellem Maßstab hergestellt werden können, die in weiterer Folge auch das Geschäftsmodell eines Industriebetriebes beeinflussen.<sup>29</sup>

Der zweite – eher technisch ausgerichtete Teil – thematisiert die Struktur und den Prozess von Industrie 4.0. Dabei werden alle an der Wertschöpfung beteiligten Akteure zu Cyber-Physischen Systemen (CPS) vernetzt.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2014), S. 1

<sup>29</sup>vgl. Obermaier (2016), S. 8

<sup>30</sup>vgl. Obermaier (2016), S. 8

Die Plattform Industrie 4.0 hat in Zusammenarbeit mit dem wissenschaftlichen Beirat 17 Thesen zum Thema Industrie 4.0 entwickelt, die aus 3 Perspektiven betrachtet werden:<sup>31</sup>

- Mensch

Im Hinblick auf den Menschen spielen vor allem die Arbeitsorganisation und Arbeitsgestaltung eine wesentliche Rolle. Da Industrie 4.0 als sozio-technisches System beschrieben wird, bietet sich die Chance Qualifikationen und Handlungsspielräume für Mitarbeiter zu erhöhen und ihren Zugang zu Wissen zu verbessern.<sup>32</sup>

- Technik

Industrie 4.0-Systeme sind aufgrund von Lösungsmustern leichter zu entwerfen, zu realisieren und zu betreiben. Diese Systeme können Anwender leicht verstehen und bedienen und sie werden aufgrund einer neuen Sicherheitskultur vertrauenswürdig und gesellschaftlich akzeptiert. Es wird durch den Wissenschaftlichen Beirat außerdem definiert, welche Systemkomponenten Industrie 4.0-Systeme enthalten müssen und welche Fähigkeit und Funktionalitäten sie besitzen sollen. Die Potentiale von Industrie 4.0-Systemen sind vor allem die Ressourceneffizienz und -effektivität sowie der aufgrund der Vernetzung größere Lösungsraum.

- Organisation

Um eine dynamische Variation der Arbeitsteilung zu ermöglichen, integrieren neue und etablierte Wertschöpfungsnetzwerke Produkte, Produktion und Dienstleistungen. Somit führen sowohl Zusammenarbeit als auch Wettbewerb (Coopetition) zu neuen betriebswirtschaftlichen und rechtlichen Strukturen<sup>33</sup>


In Abbildung 4 sind die 17 Thesen, den 3 Perspektiven zugeordnet, abgebildet.

---

<sup>31</sup>vgl. Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 4f.

<sup>32</sup>vgl. <http://www.maschinenmarkt.vogel.de>

<sup>33</sup>vgl. <http://www.maschinenmarkt.vogel.de>

Whitepaper Stand 3. April 2014 

## Thesen des Wissenschaftlichen Beirats

### Mensch

1. Vielfältige Möglichkeiten für eine humanorientierte Gestaltung der Arbeitsorganisation werden entstehen, auch im Sinne von Selbstorganisation und Autonomie. Insbesondere eröffnen sich Chancen für eine alters- und altersgerechte Arbeitsgestaltung.
2. Industrie 4.0 als sozio-technisches System bietet die Chance, das Aufgabenspektrum der Mitarbeiter zu erweitern, ihre Qualifikationen und Handlungsspielräume zu erhöhen und ihren Zugang zu Wissen deutlich zu verbessern.
3. Lernförderliche Arbeitsmittel (Learnstruments) und kommunizierbare Arbeitsformen (Community of Practice) erhöhen die Lehr- und Lernproduktivität, neue Ausbildungsinhalte mit einem zunehmend hohen Anteil an IT-Kompetenzen entstehen.
4. Lernzeuge – gebrauchstaugliche, lernförderliche Artefakte – vermitteln dem Nutzer ihre Funktionalität automatisch.

### Technik

5. Industrie 4.0-Systeme sind für den Anwender einfach zu verstehen, intuitiv zu bedienen, sie sind lernförderlich und reagieren verlässlich.
6. Allgemein zugängliche Lösungsmuster erlauben es vielen Akteuren, Industrie 4.0-Systeme zu entwerfen, zu realisieren und zu betreiben (Industrie 4.0 by Design).
7. Die Vernetzung und Individualisierung der Produkte und Geschäftsprozesse erzeugt Komplexität, die z. B. durch Modellierung, Simulation und Selbstorganisation bewirtschaftet wird. Ein größerer Lösungsraum kann schneller analysiert und Lösungen können schneller gefunden werden.
8. Die Ressourceneffektivität und -effizienz kann kontinuierlich geplant, umgesetzt, überwacht und autonom optimiert werden.
9. Intelligente Produkte sind aktive Informationsträger und über alle Lebenszyklusphasen adressier- und identifizierbar.
10. Systemkomponenten sind auch innerhalb von Produktionsmitteln adressier- und identifizierbar. Sie unterstützen die virtuelle Planung von Produktionssystemen und -prozessen.
11. Neue Systemkomponenten verfügen mindestens über die Fähigkeiten der zu ersetzenden und können deren Funktion kompatibel übernehmen.
12. Systemkomponenten bieten ihre Funktionalitäten als Dienste an, auf die andere zugreifen können.
13. Eine neue Sicherheitskultur führt zu vertrauenswürdigen, resilienten und gesellschaftlich akzeptierten Industrie 4.0- Systemen.

### Organisation

14. Neue und etablierte Wertschöpfungsnetze mit Mehrwert integrieren Produkt, Produktion und Service und ermöglichen die dynamische Variation der Arbeitsteilung.
15. Zusammenarbeit und Wettbewerb (Coopetition) führt betriebswirtschaftlich und rechtlich zu neuen Strukturen.
16. Systemstrukturen und Geschäftsprozesse werden auf dem jeweils gültigen Rechtsrahmen abbildbar; neue rechtliche Lösungen ermöglichen neue Vertragsmodelle.
17. Es entstehen Chancen für die Vermittlung regionaler Wertschöpfung – auch in sich entwickelnden Märkten.

Abbildung 4: 17 Thesen des Wissenschaftlichen Beirats<sup>34</sup>

<sup>34</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2014), S. 4

Die einzelnen Forschungs- und Innovationsthemen sind in fünf große Themenfelder unterteilt worden, wie Abbildung 5 zeigt. In Abbildung 5 ist auch der grobe Zeitplan für die Bearbeitung der einzelnen Forschungsfelder ersichtlich.

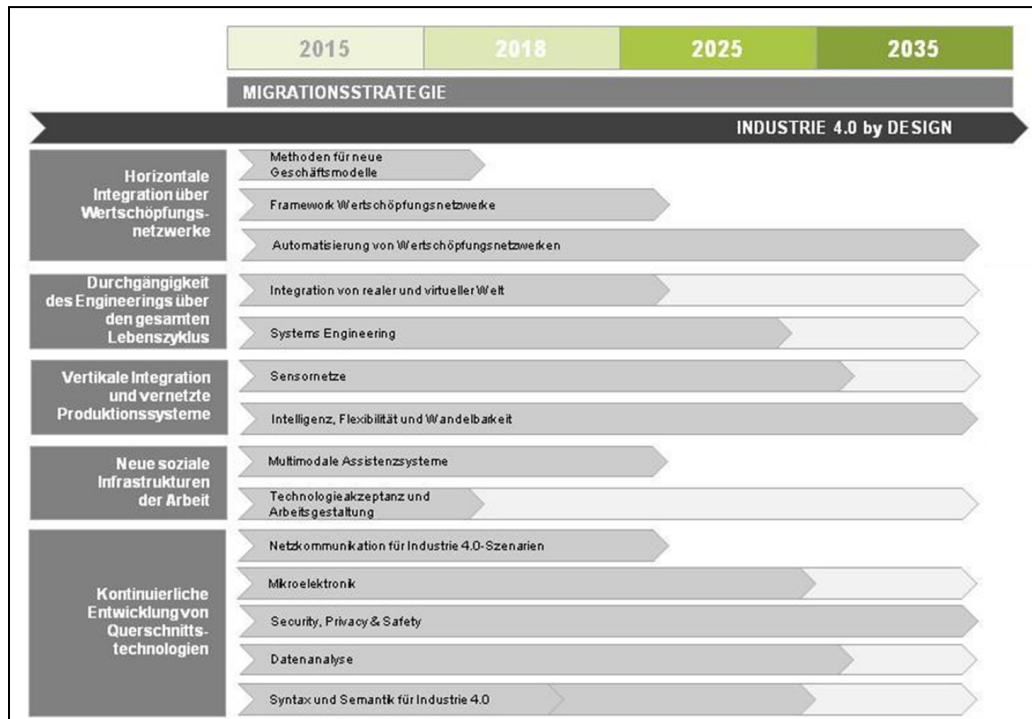


Abbildung 5: Überblick über die Themenfelder<sup>35</sup>

Der Themenbereich „Horizontale Integration über Wertschöpfungsnetzwerke“ unterteilt sich in folgende Forschungsfelder:<sup>36</sup>

- Methoden für neue Geschäftsmodelle
- Framework & Wertschöpfungsnetzwerke
- Automatisierung von Wertschöpfungsnetzwerken

Ganz allgemein versteht man unter horizontaler Integration die Integration verschiedener IT-Systeme für die Unterstützung und auch für die Durchführung verschiedener Wertschöpfungsprozesse. Solche sogenannten Wertschöpfungsprozesse können beispielsweise Fertigung, Logistik, Vermarktung, Engineering, Service uvm. sein. Die horizontale Integration findet sowohl innerhalb eines produzierenden

<sup>35</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 5

<sup>36</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 5

Unternehmens als auch über die Unternehmensgrenzen hinweg Anwendung und stellt somit eine durchgängige Lösung dar.<sup>37</sup>

Im Themenbereich „*Durchgängigkeit des Engineerings über den gesamten Lebenszyklus*“ werden folgende Forschungsthemen bearbeitet:<sup>38</sup>

- Integration von realer und virtueller Welt
- System Engineering

Dabei versteht die Plattform Industrie 4.0 folgende Phasen als Lebenszyklus des Produktes:<sup>39</sup>

- Entwicklung des Produktes
- Engineering des zugehörigen Produktionssystems
- Produktion des Produktes durch das Produktionssystem
- Nutzung des produzierten Produktes durch den Anwender
- Recycling bzw. Rückbau des Produktes

Alle anfallenden Informationen in den verschiedenen Phasen des Lebenszyklus sollen durchgängig verknüpft werden.<sup>40</sup>

Wenn die Plattform Industrie 4.0 vom Themenbereich „*Vertikale Integration und vernetzte Produktionssysteme*“ spricht, stehen folgende Forschungsthemen im Fokus:<sup>41</sup>

- Sensornetze
- Intelligenz, Flexibilität und Wandelbarkeit

Bei vertikaler Integration wird die Integration unterschiedlicher IT-Systeme in den verschiedenen Hierarchieebenen eines Produktionssystems zu einer durchgängigen Lösung verstanden. Dabei versteht man unter Hierarchieebene zum Beispiel Aktor- und Sensorebene, Steuerungsebene, Produktionsleitebene, Manufacturing und Executionebene, Unternehmensplanungsebene uvm.<sup>42</sup>

---

<sup>37</sup>vgl. Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 6

<sup>38</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 5

<sup>39</sup>vgl. Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 14

<sup>40</sup>vgl. Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 14

<sup>41</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 5

<sup>42</sup>vgl. Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 21

Wie in den Thesen schon ersichtlich, spielt auch der Mensch eine wesentliche Rolle, wenn von Industrie 4.0 gesprochen wird. Somit ist auch der Themenbereich „*Neue soziale Infrastrukturen der Arbeit*“ mit folgenden Forschungsbereichen von großer Bedeutung:<sup>43</sup>

- Multimodale Assistenzsysteme
- Technologieakzeptanz und Arbeitsgestaltung

Der Themenbereich „*Kontinuierliche Entwicklung von Querschnittstechnologien*“ unterteilt sich wie folgt:<sup>44</sup>

- Netzkommunikation für Industrie 4.0 Szenarien
- Mikroelektronik
- Security, Privacy & Safety
- Datenanalyse
- Syntax und Semantik für Industrie 4.0

Dabei gilt, dass diese Forschungsfelder keineswegs vollständig sein müssen und dadurch auch erweiterbar sind. Bei Erweiterungen ist es jedoch wichtig, dass die Bedeutung der Technologie speziell für Industrie 4.0 hervorgehoben wird.<sup>45</sup>

#### **2.1.4 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Intralogistik**

Da der Praxisteil dieser Diplomarbeit in Zusammenarbeit mit der Knapp Systemintegration GmbH entstanden ist, ist es wesentlich die Auswirkungen von Industrie 4.0 im Bereich der Intralogistik zu betrachten.

Ähnlich den Entwicklungsstufen von Industrie 4.0 in der Produktion, hat sich auch die Logistik dem Zeitalter von Industrie 4.0 angenähert. Tabelle 1 zeigt die Entwicklungsstufen von Produktion und Logistik auf dem Weg zu Industrie 4.0.<sup>46</sup>

---

<sup>43</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 5

<sup>44</sup>Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 5

<sup>45</sup>vgl. Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015), S. 32

<sup>46</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 297



	Gestern (Industrie 1.0/2.0)	Heute (Industrie 3.0)	Morgen (Industrie 4.0)
Supersystem:	Analog-Kommunikation	Internet und Intranet	Internet der Dinge
System:	Neo-Taylorismus TUL-Funktionen	Lean Production Lean Logistics	Smart Factory Kognitive Logistik
Subsystem:	Mechanisierung	Automatisierung	Virtualisierung

Tabelle 1: Entwicklungsstufen von Produktion und Logistik auf dem Weg zu Industrie 4.0<sup>47</sup>

Wie Tabelle 1 zeigt, kommt es durch die vierte industrielle Revolution auch im Logistikbereich zum nächsten Entwicklungsschritt hin zur „Kognitiven Logistik“. Es geht dabei darum, dass sich die „Kognitive Logistik“ auf Basis der erhöhten Informationsverfügbarkeit auf allen Ebenen in logistischen Systemen flexibel und schnell an ein veränderliches Umfeld anpasst. Außerdem ist diese Art der Logistik in der Lage Rückschlüsse aus den aufgezeichneten Daten zu ziehen und sich dadurch selbst zu optimieren. Somit wird, ganz allgemein gesprochen, maschinelles Lernen umgesetzt.<sup>48</sup>

Aufgrund der Dezentralisierung und Individualisierung der Produktion verschieben sich die Aufgaben der Logistik mehr in Richtung einer flexiblen, hinsichtlich Größe, Kosten, Zeit und Ressourceneinsatz, optimierten Wegfindung. Wenn das gelingt, kann die Logistik auch zukünftig für den Kunden einen Mehrwert generieren, indem sie das richtige Produkt, zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort, in der richtigen Menge und Qualität bereitstellt.<sup>49</sup>

In Zukunft sollen sich logistische Objekte eigenständig vernetzen, untereinander Informationen austauschen und sich auch selbstständig durch den Materialfluss steuern. Dadurch entstehen adaptive Logistiksysteme, die sehr robust gegenüber Störungen und unvorhergesehenen Änderungen im Prozessablauf sind. Die Anforderungen moderner Wertschöpfungsnetze sind von steigender Dynamik und Komplexität geprägt und adaptive Logistiksysteme sind ideal, um diesen gerecht zu werden.<sup>50</sup>

<sup>47</sup>Günthner u.a. (2014), S. 297<sup>48</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 298<sup>49</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 298<sup>50</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 298

Damit fördertechnische Systeme in der Lage sind sich kurzfristig, aufwandsarm und kostengünstig an die sich ständig ändernden Rahmenbedingungen anzupassen, muss eine funktionsorientierte Modularisierung der Fördertechnik stattfinden. Diese bildet dann die Grundlage für eine hohe Skalierbarkeit und Anpassungsfähigkeit des Gesamtsystems. Das heißt aber auch, dass konventionelle, hierarchisch aufgebaute Steuerungsarchitekturen (zentrale Steuerungspyramide) aufgrund der hohen Komplexität diesen Anforderungen nicht mehr gewachsen sind.<sup>51</sup>

Somit ist auch die Logistik gezwungen, zentrale Systeme durch ein kooperierendes Netzwerk kleiner Einheiten zu ersetzen. Diese Einheiten müssen soweit als möglich standardisiert werden und auch beliebig kombinierbar sein, um transparente Systeme mit geringem Aufwand realisieren und umbauen zu können. Dadurch entsteht eine intelligente Infrastruktur, die sich mit Transporteinheiten abstimmt und somit ein dezentrales, kooperatives und beliebig veränderbares Transportnetzwerk realisiert.<sup>52</sup>

Innerhalb des Logistiksystems übernehmen die zu transportierenden Güter selbst die steuernde Rolle und sind daher eindeutig identifizierbar, an jeder Stelle im Materialfluss lokalisierbar und nutzen auch die Transportdienste der Fördertechnikmodule, um an ihren Zielpunkt zu gelangen. Auf der Fördertechnik stimmen sich die Module mit Hilfe von Machine-to-Machine Kommunikation selbst ab und bieten dem Transportgut so einen optimalen Service hinsichtlich zB kürzeste Route, schnellste Route, ressourcenschonende Route. In diesem System enthalten ist eine automatische dezentrale Um- bzw. Neuplanung von Transportrouten bei Störungen oder Blockaden.<sup>53</sup>

Dienste stellen neben Transporteinheiten und Fördertechnikmodulen die dritte Grundeinheit (Entität) innerhalb des Internet der Dinge in der Intralogistik dar. Diese Dienste sind als Software-Services implementiert und unterstützen die Koordination zwischen den Transporteinheiten und den Modulen sowie die Systemtransparenz für den menschlichen Bediener.<sup>54</sup>

In Abbildung 6 wird ersichtlich, dass mit dem Internet der Dinge ein hierarchieloses Materialflusssystem aus autonomen, intelligenten und kooperierenden Einheiten (Entitäten) entsteht. Aus den heutigen Systemhierarchien werden aus allen Ebenen, Aufgaben von jeder Entität übernommen.<sup>55</sup>

---

<sup>51</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 299

<sup>52</sup>vgl. Günthner u.a. (2010), S. 43

<sup>53</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 300

<sup>54</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 300

<sup>55</sup>vgl. Günthner u.a. (2010), S. 45

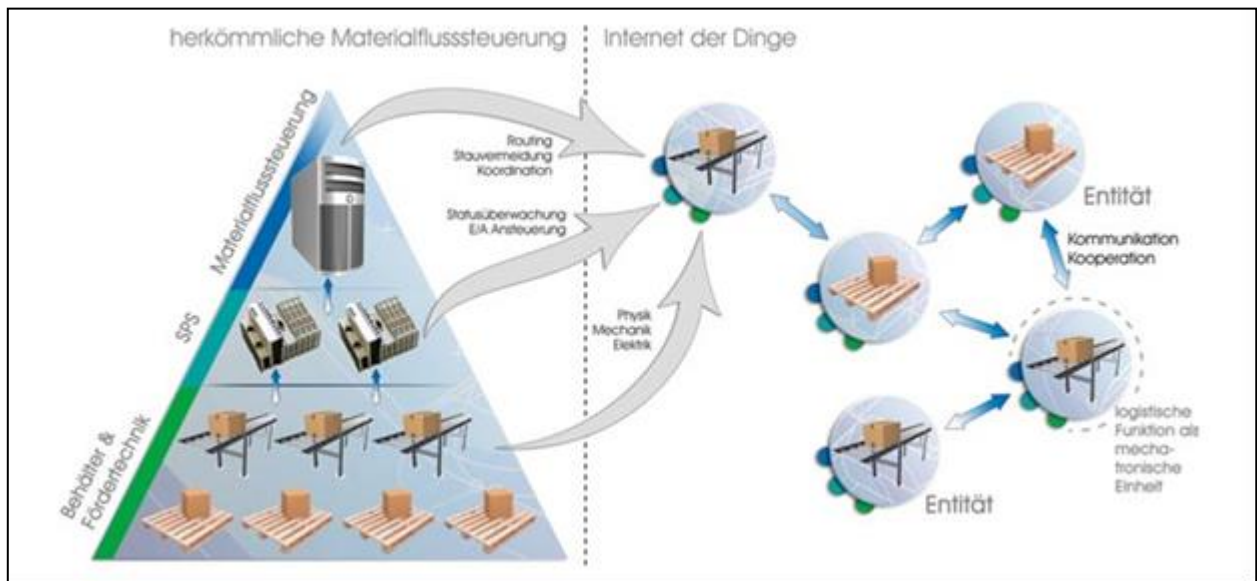


Abbildung 6: Internet der Dinge ermöglicht hierarchieloses Materialflusssystem auf Basis autonomer, intelligenter und kooperierender Entitäten<sup>56</sup>

Daraus ergibt sich eine hohe Kommunikationsfähigkeit, die gleichzeitig eine große Herausforderung mit sich bringt. Damit eine reibungslose Koordination und Kooperation innerhalb dieser dezentral gesteuerten Systeme möglich wird, ist ein umfangreicher Datenaustausch notwendig.<sup>57</sup>

*„Mit der engen Verzahnung zwischen physischem Materialfluss und der Agentenkommunikation und –koordination mittels Internet-Technologien entspricht das Internet der Dinge in der Intralogistik einem Cyber-Physical Logistics System (CPLS).“<sup>58</sup>*

Um ein besseres Verständnis für Cyber-physical Materialflusssysteme zu bekommen sind zwei Beispiele angeführt, die bereits von Firmen umgesetzt wurden, mit denen im Rahmen dieser Diplomarbeit zusammengearbeitet wurde.

Das erste Beispiel ist das von Knapp entwickelte Shuttlesystem zur automatisierten Lagerung von Behältern und Paletten (Knapp OSR Shuttle™). Dabei handelt es sich um eine fördertechnische Anlage, die sowohl in ihrer Mechanik als auch in der sie steuernden Software modular aufgebaut ist und dadurch mit wenig Aufwand skalierbar ist.<sup>59</sup>

<sup>56</sup>Günthner u.a. (2010), S. 45

<sup>57</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 301

<sup>58</sup>Günthner u.a. (2014), S. 303

<sup>59</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 303

Ein weiteres Beispiel ist das von der Firma Würth Industrie Service entwickelte und vertriebene „iBin“. Dabei handelt es sich um einen intelligenten Kleinteilebehälter, der eine integrierte Kamera nutzt, um Füllstands-, Zähl und Bestellinformationen auf Behälterebene zu generieren. Die Nachschubbestellung erfolgt automatisiert mittels RFID-Technologie und dadurch ist ein verbrauchsgesteuertes und automatisiertes C-Teile-Management in Echtzeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette möglich.<sup>60</sup>

## 2.2 „Service 4.0™“

Nicht nur in der Logistikbranche, auch in allen anderen Branchen ist der Kundenservice ein wesentliches Kriterium für Kaufentscheidungen im Anlagenbau. Daher hat sich dieses Service im Laufe der letzten Jahre hinweg dramatisch gewandelt.<sup>61</sup>

Häufig steht der Begriff Industrie 4.0 im Mittelpunkt des Interesses, doch die zunehmende Digitalisierung wirkt sich auch immer mehr auf den Dienstleistungssektor aus. So sind Smart Services (datenbasierte Dienstleistungsangebote) der eigentliche Motor von Industrie 4.0. Ein Kühlschrank, der mit jeder Menge Sensoren ausgestattet ist, kann zwar selbstständig Ware nachbestellen, jedoch bringt es keinen Mehrwert, wenn der Lieferdienst dafür nicht angeboten wird oder dieser zu teuer ist. Daher rücken intelligente Dienstleistungsangebote in Zusammenhang mit Industrie 4.0 immer stärker in den Fokus.<sup>62</sup>

Smart Services, auch häufig als Service 4.0 bezeichnet, befassen sich mit der innovativen Weiterentwicklung des klassischen Servicegeschäfts. Mit Hilfe zukunftsweisender technischer Möglichkeiten wie zB Digitalisierung und Vernetzung kann eine perfekte, individuelle Kundenbetreuung geboten werden. Auch intelligentes Ersatzteilmanagement bekommt eine immer größere Bedeutung und eröffnet der Unternehmung eine weitere Möglichkeit akute Kundenbedürfnisse zu befriedigen.<sup>63</sup>

Folgendes Kapitel beschreibt den Wandel hin zu „Service 4.0™“ (Smart Services) aus Sicht der Knapp AG und, welche Schritte die Unternehmung in Richtung Umsetzung bereits geplant hat.

---

<sup>60</sup>vgl. Günthner u.a. (2014), S. 307

<sup>61</sup>vgl. Knapp AG, S. 1ff.

<sup>62</sup>vgl. <http://www.manager-magazin.de>

<sup>63</sup>vgl. Barkawi u.a. (2016), S. 2

### 2.2.1 Bedeutung Service

Der Service Begriff wird einerseits aus Kundensicht und andererseits aus Sicht der Unternehmung, in diesem Fall der Knapp AG, betrachtet. Der Betreiber einer Anlage (der Kunde) muss sowohl die Anlage als auch den operativen Betrieb dieser, immer den dynamischen Anforderungen des Marktes anpassen. Doch nicht nur das, er muss auch während des Betriebes seine Anlage sowohl in technischer als auch in operativer Hinsicht betreuen. Dabei sollen so wenig wie möglich Zusatzkosten kreiert werden und trotzdem benötigt der Betreiber zwingende Anpassungen der Anlage selbst und auch verschiedenste Service-Produkte und Dienstleistungen während der gesamten Betriebszeit und der gesamten Lebenszeit der Anlage. Anlagenstillstände sind dabei das größte Risiko und richten für den Kunden den größten Schaden an, jedoch können diese nicht vollständig ausgeschlossen werden. Ziel ist es daher mit jeder Servicedienstleistung diese Stillstände auf ein Minimum zu reduzieren. Um die Stillstände auf ein Minimum zu reduzieren bzw. diese in Zeitfenster zu legen, zu denen sie den geringsten Schaden anrichten geht der Trend von „reaktiven Services“ über „präventive Services“ hin zu „prädiktiven Services“.<sup>64</sup>

Aus Sicht der Unternehmung müssen sich nicht nur die Logistiksysteme den sich ständig ändernden Rahmenbedingungen des Marktes anpassen, auch die Service Produkte und Service-Dienstleistungen müssen diesen Veränderungen folgen und ebenfalls flexibel gestaltet werden. In Zukunft sind aus Sicht der Knapp AG die innovative und modulare Aufbauweise der Anlage verbunden mit standardisierten, jederzeit verfügbaren und angepassten Service-Produkten und Service-Dienstleistungen im Begriff „Service“ zu vereinen.<sup>65</sup>

Folgende Themenschwerpunkte müssen in diesem Zusammenhang konkret betrachtet werden:<sup>66</sup>

- Service-Kultur (... wir leben Service!)
- Schlanke, effiziente und effektive Service-Produkte
- Richtiges Wissen am richtigen Ort
- Passende Service-Werkzeuge

---

<sup>64</sup>vgl. Knapp AG, S. 2

<sup>65</sup>vgl. Knapp AG, S. 2f.

<sup>66</sup>Knapp AG, S. 3

Abbildung 7 zeigt das Service-Portfolio, das dem Kundenstamm zur Verfügung gestellt wird.<sup>67</sup>

Das Portfolio setzt sich aus klassischen Services wie Hotline, Ersatzteilversorgung, mechanischer bzw. elektrischer Wartung, IT Services usw. zusammen, aber es befasst sich unter anderem auch mit „Innovation Pack“. Diese Kategorie befasst sich unter anderem mit der Verbesserung von klassischen Services und der Anpassung der Services an permanent sich ändernde Bedingungen am Markt. Der wichtigste Punkt im „Innovation Pack“ ist aber das Erkennen von Bedürfnissen im Service, die Entwicklung neuer Service Modelle sowie mit dem Hauptthema „Service 4.0™“.<sup>68</sup>

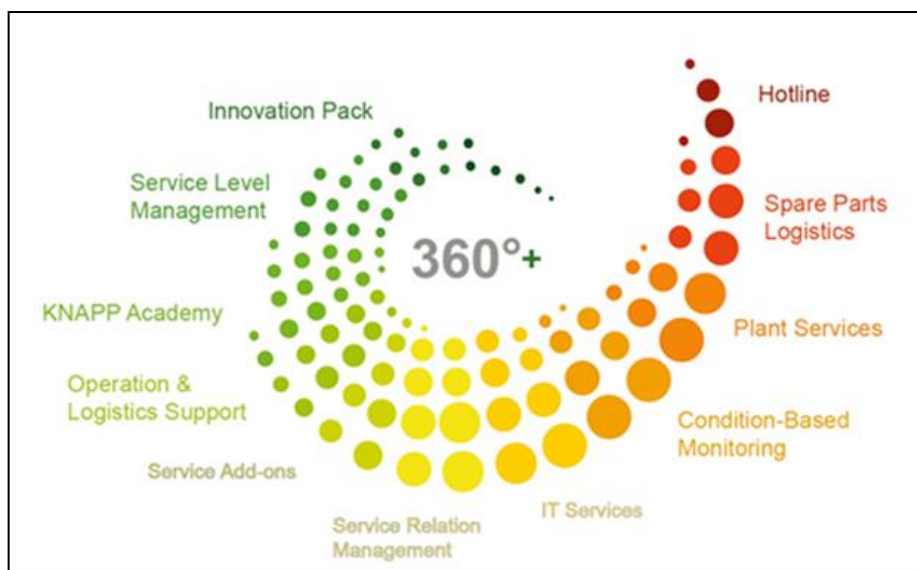


Abbildung 7: „KNAPP Service 360°+“<sup>69</sup>

## 2.2.2 „Service 4.0™“ der KNAPP AG

Die Begriffe „reaktives Service“, „präventives Service“ sowie „prädiktives Service“ wurden bereits angeführt. Spricht man vom Begriff „Service 4.0™“, so ist diese Entwicklung des Services vorrangig.

Unter reaktivem Service versteht man das Management von zufällig entstandenen Krisenzuständen an der Anlage (zB Stillstände), die aufgrund der nicht vorhandenen Planbarkeit entstehen.<sup>70</sup>

<sup>67</sup>vgl. Knapp AG, S. 3

<sup>68</sup>vgl. Knapp AG, S. 3f.

<sup>69</sup>Knapp AG, S. 3

<sup>70</sup>vgl. Knapp AG, S. 4

Beim präventiven Service werden bereits Erfahrungswerte aus vergangenen Krisensituationen oder auch andere Berechnungsdaten verwendet, um durch vorbeugende Maßnahmen Anlagenstillstände zu vermeiden. Dadurch können Anlagenstillstände in betriebschwache Zeiten verlagert werden oder durch rechtzeitiges Tauschen der Teile sogar vermieden werden.<sup>71</sup>

Der Trend geht momentan stark hin zum prädiktiven Service, das heißt, dass die Vorteile des präventiven Services genutzt werden und diese um eine lernende Funktion erweitert werden. Diese Funktion ermöglicht es eventuelle Stillstände durch örtliche Einflüsse der Anlagenkomponenten vorherzusehen und somit können Anlagenteile bis an die absolute Lebensgrenze gefahren werden, ohne dass durch zufällige Ausfälle ein wirtschaftlicher Schaden in der Produktion entsteht.<sup>72</sup>

Die Knapp AG setzt mit „Service 4.0™“ auf die Entwicklungen von Industrie 4.0 auf und verknüpft dabei digitale und physikalische Service-Produkte sowie Service-Dienstleistungen intelligent miteinander. „Service 4.0™“ hat somit als klar definiertes Ziel, alle notwendigen Service-Dienstleistungen aus dem gesamten Service-Portfolio zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort, in der notwendigen Menge und der notwendigen Qualität zur Verfügung zu stellen. Das angestrebte Ergebnis ist, die Marktverpflichtungen des Anlagenbetreibers zur vollsten Zufriedenheit seiner Kunden zu erfüllen.<sup>73</sup>

Auf „Service 4.0™“ müssen folgende Beschreibungen zutreffen:<sup>74</sup>

- anpassungsfähig und kooperativ
- selbstoptimierend und lernfähig
- bedienungsfreundlich und einfach
- flexibel und proaktiv
- ergänzend und schnell
- vernetzt

---

<sup>71</sup>vgl. Knapp AG, S. 4

<sup>72</sup>vgl. Knapp AG, S. 4

<sup>73</sup>vgl. Knapp AG, S. 5

<sup>74</sup>Knapp AG, S. 5

Ganz allgemein ist das „Service 4.0™“ der Knapp AG ein Web-basierendes, visualisiertes Service-Komplettprogramm, das im Hintergrund des Anlagensystems selbstständig und ohne Unterbrechung arbeitet. Es übernimmt Kontroll-, Bewertungs- und Analysefunktionen, schlägt selbstständig Anlageneingriffe durch den Servicedienstleister vor, kombiniert und initiiert diese. Vom Kunden kann das Service-Komplettprogramm über eine „Service-App“ auf etwaigen „smart-devices“ (zB Smartphone, Tablets usw.) interkommunikativ angesprochen werden.<sup>75</sup>

Die Hauptkomponenten des Service-Komplettprogrammes werden in Abbildung 8 dargestellt.

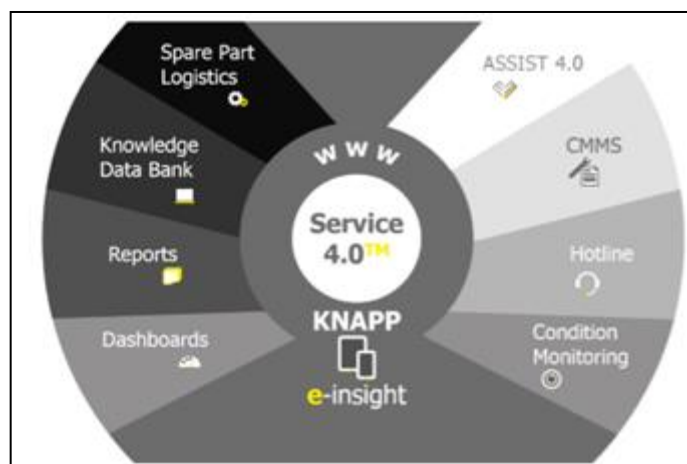


Abbildung 8: Service-Komplettprogramm Knapp AG<sup>76</sup>

## 2.3 Instandhaltung

Instandhaltung prägt die Produktion schon seit sehr langer Zeit und hat sich wie auch Industrie 4.0 über Jahrhunderte hinweg entwickelt. Die Entwicklung dieses wichtigen Prozesses im Unternehmen sowie die Begriffe ausfallsorientierte, zustandsorientierte und auch zeitorientierte Instandhaltung, werden in diesem Kapitel genau erläutert. Denn es ist keineswegs so, dass die zustandsbezogene Instandhaltung (Condition based Monitoring) ein ganz neuer Begriff in der Instandhaltung ist und zwingend mit Industrie 4.0 in Verbindung gebracht wird. Jedoch ermöglichen die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien, dass auch Condition Monitoring gezielter eingesetzt werden kann.

---

<sup>75</sup>vgl. Knapp AG, S. 5

<sup>76</sup>Knapp AG, S. 5



### 2.3.1 Entwicklungsstufen der Instandhaltung

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden industrielle Produktionsstrukturen eingeführt und damit auch die Instandhaltung als eigener Unternehmensbereich. Die erste Stufe der Instandhaltung war die ausfallsorientierte Instandhaltung, das heißt nach Ausfall einer Maschine musste diese so schnell wie möglich wieder funktionstüchtig sein. So konnten die Verluste für die Unternehmen durch ungeplante Stillstandzeiten möglichst gering gehalten werden.<sup>77</sup>

Der Ausbau der Produktionskapazitäten und der arbeitsteiligen Prozesse steigerte auch die Anforderungen an die Instandhaltung. Durch neue Produktionsanlagen stieg einerseits der Kapitalwert der Maschinen pro Fabrik und andererseits wurde das Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt größer. Neue Strategien hatten zum Ziel das Risiko von Störungen und auch Maschinenstillständen zu minimieren. Mit Einführung der Fließfertigung zu Beginn des 20. Jahrhunderts gewann die Sicherung einer hohen Zuverlässigkeit mit Hilfe vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen immer mehr an Bedeutung, da die Fließfertigung durch komplexe und verkettete Anlagen geprägt war. Somit wirkten sich Ausfälle einzelner Elemente stärker als bisher auf die Gesamtanlage aus.<sup>78</sup>

Mit Beginn der 70er Jahre machten moderne Techniken zur Erfassung von Messdaten aus den Anlagen, die Übertragung dieser Daten zu externen Servicedienstleistern sowie die Weiterverarbeitung der Messdaten neue Konzepte zur zustandsorientierten Instandhaltung möglich. Dieser Prozess hält immer noch an und ist begleitet durch die Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien in die Produktion sowie verbesserte Unterstützungswerkzeuge für die Instandhaltung selbst.<sup>79</sup>

Das Betriebs- und Ausfallverhalten technischer Anlagen lässt sich durch Anwendung neuer mathematischer Verfahren, die speziell auf die Problemstellungen der Instandhaltung angepasst sind (zB Operation Research) sowie durch Methoden im Bereich künstlicher Intelligenz (zB Neuronale Netze) besser vorhersagen.<sup>80</sup>

In Abbildung 9 sind die Entwicklungsschritte der Instandhaltung übersichtlich dargestellt.

---

<sup>77</sup>vgl. Freund (2010), S. 1

<sup>78</sup>vgl. Freund (2010), S. 2f.

<sup>79</sup>vgl. Freund (2010), S. 3f.

<sup>80</sup>vgl. Freund (2010), S. 4

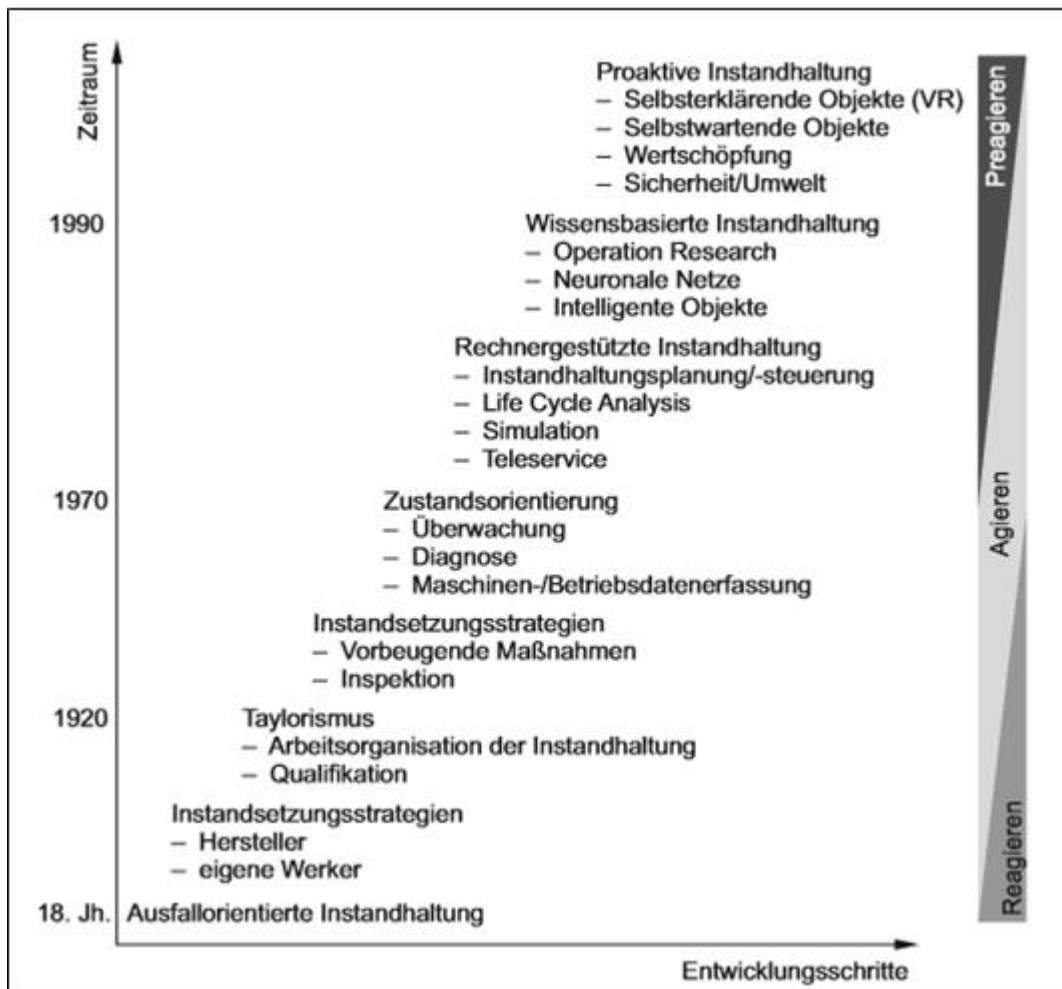


Abbildung 9: Entwicklungsetappen der Instandhaltung<sup>81</sup>

Die Instandhaltung hat aus heutiger Sicht folgende Stellung im Unternehmen und zeichnet sich zusammenfassend durch folgende Kennzeichen aus:<sup>82</sup>

- Hoch motivierte und qualifizierte Mitarbeiter sind Voraussetzung für eine effektive und effiziente Instandhaltung. Die Bereitschaft zum ständigen Lernen und die Bereitschaft bei neuen Anlagengenerationen immer wieder technisches Neuland zu betreten zeichnet die Mitarbeiter aus.
- Der Prozess der Instandhaltung ist unternehmensübergreifend und interdisziplinär. Aufgrund der Kombination von unterschiedlichsten Disziplinen wie zB Ingenieurwissenschaften, Informations- und Kommunikationswissenschaften, Betriebswirtschaft, Wissensmanagement und Pädagogik ergeben sich immer wieder Veränderungen in den Berufsbildern.

<sup>81</sup>Freund (2010), S. 2

<sup>82</sup>vgl. Freund (2010), S. 9f.

- Moderne Organisationskonzepte, die immer wieder Veränderungen von Insourcing, Outsourcing und Kooperationsbeziehungen bringen, sind die Basis der Instandhaltung. Diese Prozesse haben folgende Zielfunktionen:
  - Steigerung der Zuverlässigkeit komplexer Produktionssysteme
  - Reduktion der Ausfälle
  - Verbesserung der Planungsgrundlage
  - Erhöhung vorbeugender Maßnahmen

Diese Ziele sind verbunden mit der gleichzeitig angestrebten Reduzierung der Lebenszykluskosten bei technischen Anlagen. Somit ist die Instandhaltung in diesem Zusammenhang der Treiber von Entwicklungen im Bereich leistungsfähiger Methoden und Werkzeuge, die zur Beschreibung des Betriebs- und Ausfallverfahrens komplexer technischer Systeme führen.

- Auch bei Investitionsentscheidungen hat sich der Einfluss der Instandhaltung in den letzten Jahren deutlich erhöht.

Unter Berücksichtigung der Entwicklungen hinsichtlich Kostensenkungs- und Leistungssteigerungspotentialen wird die Instandhaltung bei anlagenintensiven Produktionsunternehmen immer mehr zu einer wichtigen Managementaufgabe.<sup>83</sup>

---

<sup>83</sup>vgl. Schröder (2010), S. 97

### 2.3.2 Arten der Instandhaltung

Um die Unterscheidungen der Instandhaltungsarten nachvollziehen zu können ist es zu Beginn wichtig, dass eine technische Anlage verschiedene Nutzungsphasen durchläuft. Abbildung 10 zeigt den Lebenszyklus, den eine technische Anlage durchläuft.<sup>84</sup>

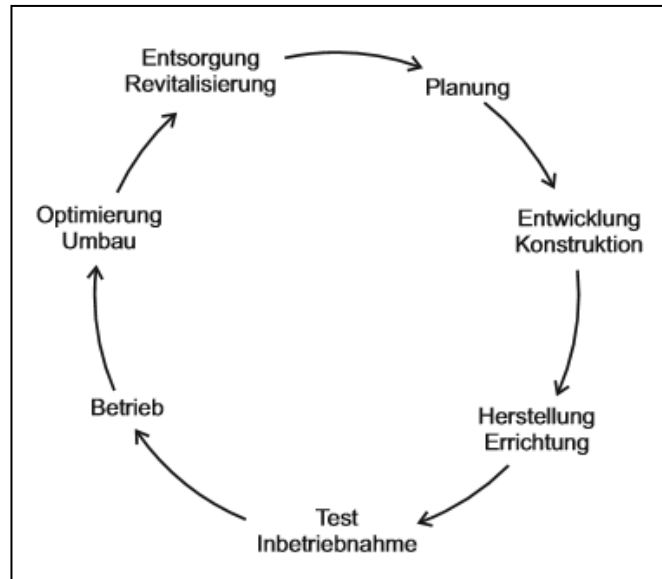


Abbildung 10: Typische Lebenszyklusphasen einer technischen Anlage<sup>85</sup>

In der Phase des Betriebes im Lebenszyklus einer Anlage bestimmen sowohl Einsatzbedingungen, das Betriebsregime als auch die Eingriffe der Instandhaltung entscheidend den Zustand einer technischen Anlage. Durch die Einsatzbedingungen werden unter anderem die Geschwindigkeit von Alterungs- und Korrosionseinflüssen beeinflusst. Die tatsächlich wirkenden Beanspruchungen der einzelnen Komponenten und damit die Geschwindigkeit der Zustandsänderung durch Abnutzung wird durch das Betriebsregime bestimmt. Durch Eingriffe der Instandhaltung werden Abnutzungsprozesse verlangsamt oder auch Komponenten vor ihrem Versagen getauscht.<sup>86</sup>

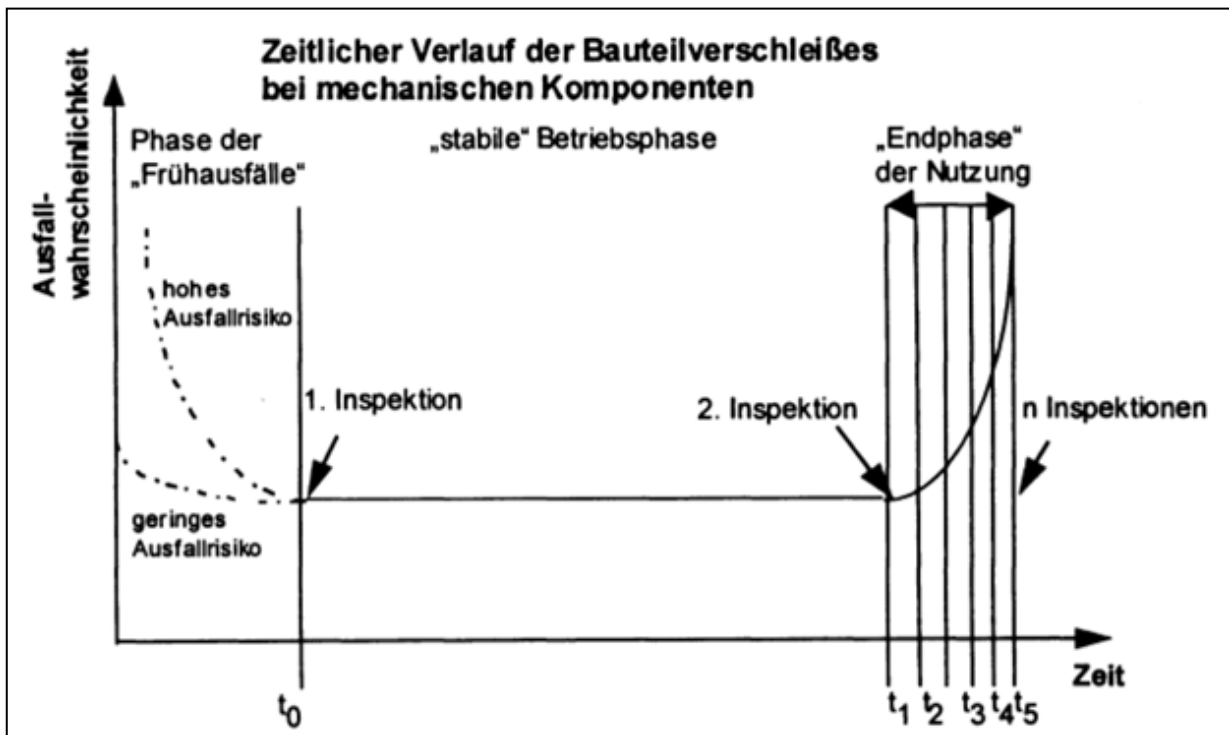
Im Betrieb einer Anlage ist das Ausfallsverhalten über die Nutzungszeit von Maschinen und Anlagen von den drei Phasen Früh-, Zufalls- und Spätausfall geprägt. Abbildung 11 zeigt den idealtypischen Verlauf des Ausfallverhaltens aller technischen Komponenten einer Maschine oder Anlage, die sogenannte „Badewannenkurve“.<sup>87</sup>

<sup>84</sup>vgl. Freund (2010), S. 11

<sup>85</sup>Freund (2010), S. 11

<sup>86</sup>vgl. Freund (2010), S. 14

<sup>87</sup>vgl. Hodapp (2009), S. 140

Abbildung 11: Verlauf der Ausfallsrate<sup>88</sup>

In der ersten Phase der Lebensdauer eines Bauelements treten Frühausfälle auf, die meistens auf Projektierungs-, Konstruktions-, Fertigungs- oder Montagefehlern beruhen. Bei den Mängeln, die zu Frühausfällen führen, spricht man in der Praxis auch von „Kinderkrankheiten“, die auch den Reifegrad der Konstruktion widerspiegeln. Vor allem bei Sonderlösungen sind besonders hohe Risiken zu einem Frühausfall gegeben. Die Prognose in der Produktionsanlaufphase ist im technischen Detail sehr schwer zu prognostizieren und dem ganzen überlagert wird häufig eine fehlerhafte Bedienung oder nicht ausreichend qualifiziertes Personal.<sup>89</sup>

Nach einer gewissen Zeit hat sich der Prozess eingeschwungen und es tritt üblicherweise eine stabile Phase, ein in der es zu sogenannten Zufallsausfällen kommen kann. In dieser Phase muss sich die Instandhaltung reaktiv bewähren und gleichzeitig die Wartung als präventiven Schwerpunkt optimal gestalten. In dieser Zeit muss das Langzeitverhalten aufgrund von Verschleißcharakteristiken prognostizierbar gemacht werden.<sup>90</sup>

<sup>88</sup>Proksch (1999), S. 103<sup>89</sup>vgl. Hodapp (2009), S. 141<sup>90</sup>vgl. Hodapp (2009), S. 141

In der letzten Phase kommt der eigentliche Nutzen der zustandsorientierten Instandhaltung zu tragen. Es ist die Phase des alterungsbedingten Spätausfalls und betrifft Ausfälle aufgrund regulärer technischer Abnutzung eines langzeitigen Produktionsbetriebes. In dieser Phase zeigt sich, wie präzise die Prognosen gelungen sind, denn je genauer diese sind, desto zielgerichteter kann ein Austausch ohne nennenswerte Produktionsstörung durchgeführt werden.<sup>91</sup>

Wie oben angeführt, kommt in der Phase des Spätausfalls der zustandsorientierten Instandhaltung besondere Bedeutung zu. Die Aufgabe der Instandhaltung besteht im Grunde darin, die Maßnahmen zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Qualität und im richtigen Umfang durch die richtigen Personen durchzuführen. Damit das optimal gelingt, sind diese Regeln in den Instandhaltungsstrategien zusammengefasst, deren Auswahl von einer Vielzahl von Faktoren und Rahmenbedingungen abhängt.<sup>92</sup>

Im Laufe der Zeit wurden sehr viele Instandhaltungsstrategien entwickelt, die sich aber alle auf drei Grundstrategien zurückführen lassen, die in Abbildung 12 dargestellt sind.



Abbildung 12: Instandhaltungsstrategien<sup>93</sup>

<sup>91</sup>vgl. Hodapp (2009), S. 141

<sup>92</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 171

<sup>93</sup>Wildemann/Hausladen (2005), S. 12

Nachfolgend werden die in Abbildung 12 angeführten Strategien der Instandhaltung erläutert:

- Ausfallsbedingte Instandhaltung

Wird die Strategie der ausfalls-, störungsbedingten oder reaktiven Instandhaltung verfolgt, so werden Instandsetzungsaktivitäten ohne Ausnahme erst nach Eintritt eines Ausfalles oder bei einer Störung der Maschine oder Anlage durchgeführt. Bei dieser Strategie werden keine vorbeugenden Maßnahmen ergriffen und auch die Arbeitsvorbereitung findet erst nach Eintritt des Ausfalles oder der Störung statt. Handelt es sich jedoch um Bauteile mit großer Ausfallshäufigkeit oder haben diese unter Umständen lange Lieferzeiten, werden Ersatzteile vorgehalten, damit die Stillstandzeit der Anlage reduziert wird. Diese Art der Instandhaltung wird vorwiegend eingesetzt, wenn Anlagen wenig genutzt werden, wenn Produktionsunterbrechungen zu keinen Lieferschwierigkeiten führen, wenn redundante Systeme vorhanden sind oder keine Sicherheitsanforderungen gegeben sind.<sup>94</sup>

- Zeitbasierte Instandhaltung

Wird die Strategie der zeitbasierten bzw. präventiven Instandhaltung gewählt, werden Bauteile unabhängig von ihrem Zustand nach einem festgelegten Intervall ausgetauscht. Die erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen werden vollständig vorher geplant und passieren ohne Berücksichtigung des tatsächlichen, momentanen Zustandes eines Bauteiles, sie stützen sich ausschließlich auf die Erfahrungswerte der Hersteller und der Betreiber einer Anlage. Intervalle können zB eine festgelegte Betriebsstundenzahl, eine festgelegte Produktionsmenge oder definierte Kalendertermine sein. Zum Einsatz kommt diese Instandhaltungsstrategie vorwiegend, wenn gesetzliche Vorgaben eine turnusmäßige Inspektion der Anlage verlangen. Die Strategie kommt aber auch zum Einsatz, wenn eine zustandsorientierte Instandhaltung nicht möglich ist bzw. nur durch Inspektion nach Demontage möglich wäre und wenn ein Bauteil ausfall wegen Sicherheitsgefährdung oder erheblicher Ausfallfolgen zu verhindern ist.<sup>95</sup>

---

<sup>94</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 174

<sup>95</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 174f.

- Leistungsbasierte Instandhaltung

Bei dieser Form der präventiven Instandhaltung werden die Instandhaltungsmaßnahmen bei Erreichen eines bestimmten Leistungsstandes der Anlage durchgeführt.<sup>96</sup>

- Zustandsbasierte Instandhaltung

Wie der Name dieser Strategie schon vermuten lässt, erfolgt bei dieser Strategie die Festlegung des Instandsetzungstermins auf Grundlage des technischen Zustandes der Komponenten. Um den technischen Zustand von Bauteilen bestimmen zu können, können zB folgende Methoden zum Einsatz kommen: Inspektion, Prüfung, offline Diagnostik oder online Diagnostik. Eine Instandsetzung wird erst dann durchgeführt, wenn das Ergebnis der Zustandsbestimmung vorliegt und dieses nicht mehr den Anforderungen entspricht.<sup>97</sup>

- Zuverlässigkeitsabhängige Instandhaltung

Kerngedanke dieser Instandhaltungsstrategie ist die Überprüfung, ob vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen unter Umständen nicht teurer sind als die durch einen Ausfall bedingten Folgekosten. Das ist vor allem dann der Fall, wenn redundante Systeme im Instandhaltungsobjekt enthalten sind. Außerdem werden bei diesem Strategietyp die Zusammenhänge zwischen Lebensdauer und Ausfallhäufigkeiten von Instandhaltungsobjekten beschrieben. Somit ist die zuverlässigkeitsabhängige Instandhaltung eigentlich keine eigene Instandhaltungsstrategie, sondern lediglich eine Kombination aus Ausfallsbehebung, vorbeugender Instandhaltung und Anlagenüberwachung zur Erreichung der geforderten Zuverlässigkeit bei minimierten Kosten.<sup>98</sup>

Der zunehmende Kostendruck und die Anforderungen des Marktes haben immer mehr Einfluss auf die Instandhaltung und auch die Strategieentscheidung. Wie Abbildung 13 und auch die unten angeführten Prinzipien zeigen, ist eine moderne Instandhaltung zunehmend durch zustandsbasierende Maßnahmen gekennzeichnet.<sup>99</sup>

---

<sup>96</sup>vgl. Wildemann/Hausladen (2005), S. 15

<sup>97</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 175

<sup>98</sup>vgl. Wildemann/Hausladen (2005), S. 15 f.

<sup>99</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 178



Die Prinzipien dieser modernen Instandhaltung sind in Abbildung 13 dargestellt und lauten wie folgt:<sup>100</sup>

- Maximierung der zustandsorientierten Instandhaltung
- Optimierung der ausfallsorientierten Instandhaltung
- Minimierung der zeitorientierten Instandhaltung

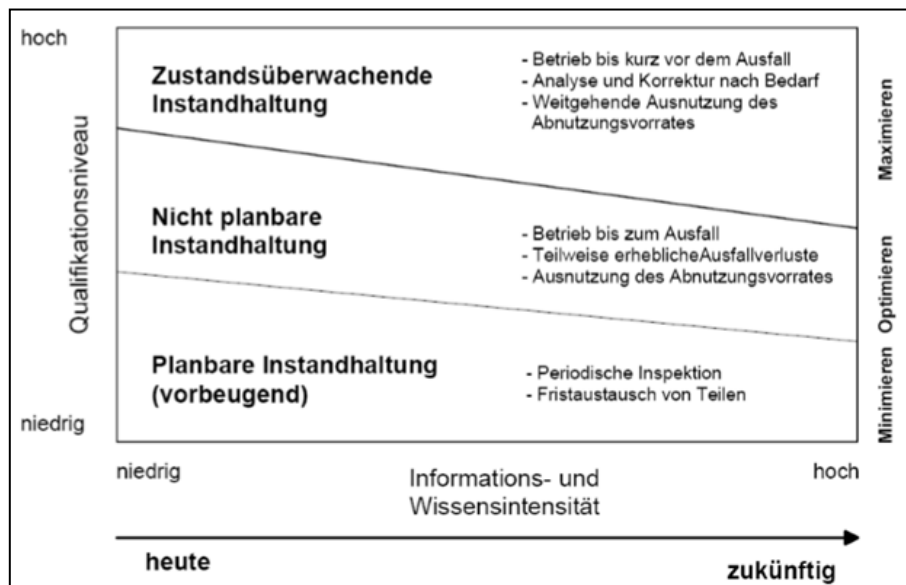


Abbildung 13: Entwicklung der Anteile von Instandhaltungsstrategien<sup>101</sup>

Die immer stärkere Bedeutung von zustandsorientierter Instandhaltung führt mit Hilfe der Online-Systeme zu Condition Monitoring, auf dessen Basis in Zukunft diese Instandhaltungsstrategie aufbauen soll. Im nächsten Kapitel wird Condition Monitoring erläutert.

### 2.3.3 Condition Monitoring

Unter dem Begriff „Condition Monitoring“ (CM) wird die computergestützte Erfassung und Überwachung des gesamten Anlagenzustandes mit Hilfe eines Online-Systems verstanden. Das CM-System dient zur Zustandsermittlung und –überwachung der gesamten technischen Anlage, indem mehrere Anlagenkomponenten kontrolliert werden. Es kann zB die Messgrößen der Thermographie, der Schwingungsdiagnose und der Stromaufnahme zusammenführen und somit ein Zustandsschaubild der Anlage ermitteln.<sup>102</sup>

<sup>100</sup>Pawellek (2016), S. 178

<sup>101</sup>Pawellek (2016), S. 179

<sup>102</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 161

Mit Hilfe eines CM-Systems kann die gesamte Anlagengeschichte betrachtet werden und nicht nur der aktuelle Anlagenzustand. Dadurch wird es möglich aus den historischen Daten zu lernen und somit Prognosen auf den Zustand abzuleiten. Mit diesen Daten können rechtzeitige Vorhersagen von Fehlern und Störungen gemacht werden, die Grundvoraussetzung für die Optimierung der Verfügbarkeit einer technischen Anlage sind. Durch diese umfangreichen Ausgangsinformationen werden dem Instandhalter verbesserte Entscheidungsunterstützungen aufgezeigt, die es ihm ermöglichen die Planung von Instandhaltungsterminen, die Bereitstellung der nötigen Ersatzteile „on time“ und die Verfügbarkeit von Fachpersonal zu optimieren und die Instandhaltungsmaßnahmen an der Anlage so schnell wie möglich durchzuführen. Das CM-System stellt somit eine Erhöhung der Zuverlässigkeit durch die Verbesserung der Qualität von eingebauten Komponenten in der Anlage sicher.<sup>103</sup>

### 2.3.4 Möglichkeiten von Condition Monitoring

Mit Hilfe von technischer Diagnostik werden verschiedenste Anlagenkomponenten, die für ein CM-System interessant sind, kontrolliert. Damit sollen Fehler frühzeitig erkannt werden und Störungen in der Produktion oder schwerwiegende Schäden einer Anlagenkomponente vermieden werden. Es werden dadurch die Anlagenverfügbarkeit und die Lebensdauer wesentlich erhöht. Abbildung 14 zeigt die Möglichkeiten zur Überwachung, Messung und Auswertung von einzelnen Anlagenteilen mit Hilfe von technischer Diagnostik.<sup>104</sup>

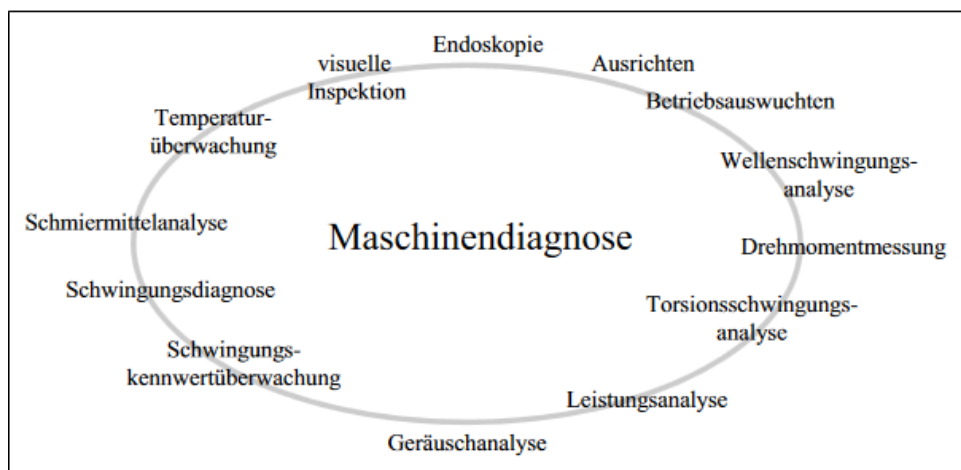


Abbildung 14: Mögliche Diagnosearten<sup>105</sup>

<sup>103</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 162f.

<sup>104</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 154

<sup>105</sup>Pawellek (2016), S. 155

Die Anzahl von möglichen Diagnosesensoren ist sehr groß, da es kaum eine Messgröße gibt, deren Aufzeichnung und Auswertung nicht möglich ist. Es muss daher der Einsatz der Sensoren technisch und wirtschaftlich überprüft werden. Abbildung 15 zeigt übersichtlich einige Messmethoden.<sup>106</sup>

Messprinzip	Anwendung, Diagnose
akustisch	Körperschallanalyse
ultraschallakustisch	Abstands-, Dickenmesssysteme, Füllstandsmessung, Ultraschall-spektrometrie zur Partikelgrößeanalyse
induktiv	Wegaufnehmer, Beschleunigungsaufnehmer, berührungsloser Dreh-schwingungsaufnehmer, Wirbelstrom-Abstandsaufnehmer
kapazitiv	Kapazitiver Druck-, Kraft- und Beschleunigungsaufnehmer
magnetostatisch	Hall-Sonde
piezoelektrisch	Piezoelektrischer Kraft- und Beschleunigungsaufnehmer
optisch	Photometrischer Öl- und Trübungsmelder, Infrarotsensor für berührungslose Temperaturmessung
laseroptisch	Laser-Distanzmesser (Phasenvergleichsverfahren, Autokorrelation), Laser-Abstandsmesssystem
thermoelektrisch	Thermoelement
Widerstand	DMS-Kraftaufnehmer (zB Wägezellen), DMS-Drehmomentenaufnehmer Thermometer

Abbildung 15: Technisches Prinzip und zugehörige Diagnoseart<sup>107</sup>

Daraus können unter anderem folgende Diagnosearten abgeleitet werden:<sup>108</sup>

- Schwingungs- bzw. Vibrationsanalyse – Messung von Körperschall
- Thermografie – Messung der abgeschalteten thermischen Energie mittels Kamera oder Sensor
- Ölanalyse – Ölstandmessung, Viskosität des Wirkstoffes uvm.
- Durchluftverbrauchmessung – Ermittlung von Leckagen
- Strom- und Spannungsaufnahme – Messung der Soll-Ist-Abweichung

Bei der Entscheidung, ob bzw. welche Diagnosemethoden eingeführt werden sollen, sind im Wesentlichen 3 Schritte zur Entscheidungsfindung erforderlich (siehe Abbildung 16).<sup>109</sup>

<sup>106</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 155

<sup>107</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 155

<sup>108</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 156

<sup>109</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 158

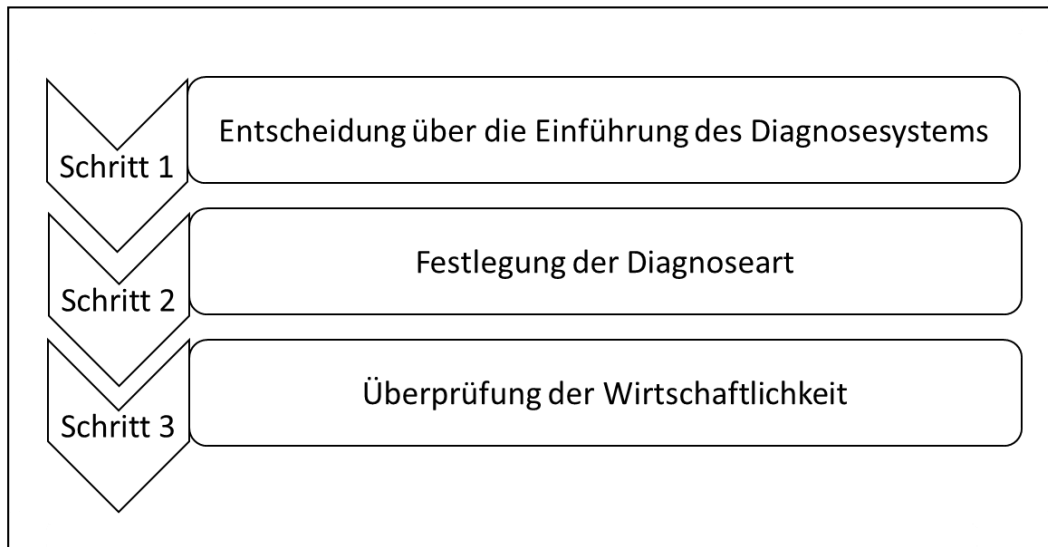


Abbildung 16: Vorgehensweise zur Einführung der Maschinendiagnose<sup>110</sup>

Im ersten Schritt gehören zu den Hauptentscheidungskriterien folgende Punkte:<sup>111</sup>

- Sicherheit für den Menschen – zB Gefährdung für den Betreiber von Maschinen
- Sicherheit für die Umwelt – zB Umweltverschmutzung
- Sicherheit für die Produktion – zB Ausfälle der Maschine

Beim zweiten Schritt muss festgelegt werden, welche Diagnosearten im Anwendungsfall optimal sind und wie viele Überwachungssensoren notwendig sind. Damit das System effektiv geschützt wird, ist es erforderlich, die Hauptausfallursache zu überwachen. Ursachen haben oft spezifische Nebenerscheinungen wie unter anderen<sup>112,113</sup>

- Schwingungsänderungen
- Partikelabrieb im Öl
- Temperaturentwicklung
- Überdurchschnittlicher Energieverbrauch

Durch diese Nebenerscheinungen ergeben sich verschiedene optimale Überwachungssysteme, deren Vor- und Nachteile in Abbildung 17 angeführt sind.<sup>114</sup>

<sup>110</sup>Pawellek (2016), S. 158

<sup>111</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 158

<sup>112</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 158

<sup>113</sup>Pawellek (2016), S. 158

<sup>114</sup>vgl. Pawellek (2016), S. 158

	Vorteile	Nachteile	Anforderung Ausführung	Anforderung Analyse
<b>Ölstandmessung</b>	effektiv automatisierbar einfache Anwendung keine aufwändigen Geräte	reines Qualitätsmaß ungenau geringe Schadenserfassung	gering	gering
<b>Thermografie</b>	flexibel anwendbar (Handgeräte) verständlich kostengünstig	schwer automatisierbar späte Warnzeichen kurze Reaktionszeit	durchschnittlich	Fachwissen
<b>Ölanalyse</b>	sehr gute Schadensausfallbestimmung gute Vorwarnzeit erkennen von komplexen Schadenszusammenhängen	noch nicht automatisierbar Analyse im Labor teuer manuelle Bearbeitung notwendiges Expertenwissen	gering	Expertenwissen
<b>Schwingungsanalyse</b>	sehr weit entwickelt gute nachträgliche Modernisierung breites Anwendungsgebiet hohe Erfolgsraten gute Schadensverfolgung fairer Preis sehr gute Vorwarnzeit	Expertenwissen zur tieferen Analyse Grenzwertwissen	Fachwissen	Expertenwissen
<b>Geräuschanalyse</b>	gute nachträgliche Modernisierung automatisierbar	begrenzt Einsatzgebiet geringe Erfolgsquote Expertenwissen Abgrenzung der Messwerte Grenzwertwissen starke Konkurrenz durch Schwingungsanalyse	Fachwissen	Expertenwissen
<b>Betriebsmittelverbrauch</b>	einfach messbar wenig Expertenwissen nötig großes Einsatzgebiet vielfältige Anwendung keine aufwändigen Geräte notwendig	ungenau berücksichtigt lediglich Standardnutzung bzw. -verbrauch Grenzwertwissen erfordert lückenlose Datenerfassung	gering	Fachwissen
<b>Stromaufnahme</b>	gute nachträgliche Modernisierung kostengünstig wachsende Bedeutung durch Bedeutungszunahme der Nachhaltigkeit	Expertenwissen Grenzwertwissen geringe Vorwarnzeit	Fachwissen	Fachwissen

Abbildung 17: Vor- und Nachteile verschiedener Diagnosearten<sup>115</sup>

Im letzten Schritt ist die Wirtschaftlichkeit der gewählten Diagnoseart zu überprüfen. Wird die Wahrscheinlichkeit eines unerwarteten Ausfalls berücksichtigt, so können die Diagnoseart und die Anzahl der Messstellen variiert werden. Außerdem können die Datenerfassung und die Datenermittlungsart festgelegt werden, das heißt ob die Daten offline oder online zur Verfügung gestellt werden sollen.<sup>116</sup>

<sup>115</sup>Pawellek (2016), S. 159<sup>116</sup> vgl. Pawellek (2016), S. 158f.

### 3 Literatur zur Gestaltung von Business Modellen

Für die Entwicklung des Gesamtkonzepts, das im Praxisteil dieser Arbeit vorgestellt wird, war es wichtig Geschäftsmodelle zu finden, die es der Knapp Systemintegration GmbH ermöglichen an ihre Kunden heranzutreten. Dieses Kapitel befasst sich daher mit der Entstehung und den wichtigsten Elementen von Geschäftsmodellen sowie mit sechs ausgewählten Mustern zur Geschäftsmodellinnovation, die Knapp vorgeschlagen wurden.

#### 3.1 Entwicklung von Geschäftsmodellen

Vor nicht einmal 10 Jahren wäre kein Kunde bereit gewesen 80€ oder mehr für einen Kilo Kaffee zu bezahlen oder es hätte sich auch niemand gedacht, dass über 10 Prozent der Weltbevölkerung einen Großteil ihrer persönlichen Informationen freiwillig auf einer Internetplattform verfügbar machen. Niemand hätte sich gedacht, dass ein Suchalgorithmus wie ihn das damalige Start-up Unternehmen Google geschrieben hat, einmal mehr wert sein wird als ein ganzer Konzern wie Daimler mit allen Fabriken, weltweiten Niederlassungen und Ingenieuren.<sup>117</sup>

All diese Entwicklungen werden heute als Ergebnis *eines* Phänomens verstanden, die Rede ist von Geschäftsmodellinnovationen. Für das Wachstum und die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen waren Innovationen schon immer sehr wichtig, jedoch war das Hervorbringen exzellenter technologischer Lösungen und Produkte ausreichend, um erfolgreich zu sein. Damit Unternehmen in der heutigen Zeit Erfolg haben, reicht dieser Fokus nicht mehr aus, denn sie haben mit steigendem Wettbewerbsdruck, der anhaltenden Globalisierung und auch aufschließenden Konkurrenten aus Fernost zu kämpfen, um einige Gründe anzuführen.<sup>118</sup>

Selbstverständlich sind gute Produkte und Prozesse auch in Zukunft wichtig, jedoch werden diese nicht mehr über Erfolg oder Misserfolg von Unternehmen entscheiden. Das Schicksal von Unternehmen wird zukünftig davon abhängen, ob sie verstehen sich mit innovativen Geschäftsmodellen von anderen abzuheben.<sup>119</sup>

---

<sup>117</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 3f.

<sup>118</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 4

<sup>119</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 4

Nachfolgend sind einige Beispiele angeführt, deren Erfolgsgeschichte weniger auf ein großartiges Produkt, sondern viel mehr auf das innovative Geschäftsmodell zurückzuführen sind:<sup>120</sup>

- Ohne eine einzige CD zu verkaufen ist Apple der größte Musikeinzelhändler
- Ohne einen einzigen Schauspieler zu zeigen hat Pixar in den letzten 10 Jahren elf Oscars gewonnen
- Ohne eine einzige Videothek zu betreiben hat Netflix das Videothekgeschäft neu erfunden
- Ohne eigene Netzwerkinfrastruktur ist Skype der größte grenzüberschreitende Kommunikationsanbieter der Welt

### 3.2 Elemente von Geschäftsmodellen

Ein Geschäftsmodell (Business Model) wird allgemein wie folgt definiert:

*„A business model describes the rational of how an organization creates, delivers, and captures value“<sup>121</sup>*

Diese Definition lässt den Unternehmen viel Interpretationsspielraum und so wird das Wort Geschäftsmodell unter anderem dazu verwendet, die aktuellen Tätigkeiten in einer Firma zu beschreiben oder um einen Aufbruch zu signalisieren. Bei Fragen zur genaueren Bedeutung dieses Begriffes wird schnell klar, dass es oft kein einheitliches Verständnis darüber gibt.<sup>122</sup>

Daher gibt es auch in der Literatur unterschiedlichste Ansätze zur Abbildung und Beschreibung von Geschäftsmodellen.

---

<sup>120</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 5

<sup>121</sup>Osterwalder/Pigneur (2013), S. 14

<sup>122</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 5

Die erste Möglichkeit Geschäftsmodelle zu beschreiben bieten die neun Basiskomponenten von Osterwalder und Pigneur. Sie veranschaulichen die Logik, wie Unternehmen beabsichtigen Geld zu machen<sup>123,124</sup>

1. Kundensegmente: Ein Unternehmen bedient eines oder mehrere Kundensegmente
2. Nutzenversprechen: Es sollen Probleme des Kunden gelöst werden und der Kundenbedarf mit Hilfe des Nutzenversprechens erfüllt werden
3. Kanäle: Nutzungsversprechen werden dem Kunden über Kommunikation, Vertrieb und Verkauf übermittelt
4. Kundenbeziehung: In jedem Kundensegment sind Kundenbeziehungen von großer Bedeutung
5. Einnahmen: Sie resultieren aus dem Nutzenversprechen, das dem Kunden angeboten wird
6. Zentrale Ressourcen: Sie werden benötigt, um die vorher beschriebenen Angebote und Lieferungen anbieten zu können
7. Zentrale Aktivitäten: Viele müssen durchgeführt werden
8. Schlüssel-Kooperationen: Einige Aktivitäten sind vom Unternehmen ausgelagert und einige Ressourcen werden von anderen Unternehmen erworben
9. Kostenstruktur: Alle Elemente des Geschäftsmodells resultieren aus der Kostenstruktur

Zusammengefasst spricht man bei diesen neun Basiskomponenten vom Business Model Canvas. Dieser ermöglicht es der Unternehmung neue oder bestehende Geschäftsmodelle anschaulich darzustellen.<sup>125</sup>

In Abbildung 18 ist der Business Model Canvas dargestellt.

---

<sup>123</sup>vgl. Osterwalder/Pigneur (2013), S. 15

<sup>124</sup>vgl. Osterwalder/Pigneur (2013), S. 16f.

<sup>125</sup>vgl. Osterwalder/Pigneur (2013), S. 42





Abbildung 18: Business Model Canvas<sup>126</sup>

Eine weitere Möglichkeit bietet das ganzheitliche Modell, das in Abbildung 19 dargestellt wird. Es besteht aus vier Dimensionen und wird als „magisches Dreieck“ bezeichnet.<sup>127</sup>



Abbildung 19: Das magische Dreieck mit den vier Dimensionen eines Geschäftsmodells<sup>128</sup>

<sup>126</sup>Osterwalder/Pigneur (2013), S. 44

<sup>127</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 5

<sup>128</sup>Gassmann u.a. (2013), S. 6

*Wer* sind unsere Zielkunden? Jedes Unternehmen muss für ein erfolgreiches Geschäftsmodell genau verstehen, welche Kundensegmente relevant sind und welche nicht. Im Zentrum eines jeden Geschäftsmodells steht immer und ohne Ausnahme der Kunde.<sup>129</sup>

*Was* bieten wir den Kunden an? Hierbei wird beschrieben, was den Zielkunden angeboten wird, um ihre Bedürfnisse zu befriedigen. Mit dem Nutzungsversprechen werden alle Leistungen eines Unternehmens (Produkte und Dienstleistungen), die dem Kunden von Nutzen sind, beschrieben.<sup>130</sup>

*Wie* stellen wir die Leistung her? Ein Unternehmen muss verschiedene Prozesse und Aktivitäten durchführen, um das Nutzungsversprechen zu erzielen. Die dritte Dimension im Design des Geschäftsmodells bilden daher diese Prozesse und Aktivitäten, gemeinsam mit den involvierten Ressourcen und Fähigkeiten sowie ihre Koordination entlang der Wertschöpfungskette.<sup>131</sup>

*Wie* wird *Wert* erzielt? Die vierte Dimension beantwortet die zentrale Frage einer jeden Firma: „Wie erzielt man mit dem Geschäft Wert?“ Somit sind Aspekte wie die Kostenstruktur und die Umsatzmechanismen von Bedeutung.<sup>132</sup> Dieser Dimension wird auch in der Literatur eine große Bedeutung zuteil. So befasst sich das Paper „Value Creation in E-Business“ speziell mit dem Thema, welche Quellen es zur Wertschaffung im Bereich E-Business gibt.<sup>133</sup>

Mit Beantwortung dieser vier Fragen werden die Kundensegmente, das Nutzungsversprechen, die Wertschöpfungskette und die Ertragsmechanik und damit auch das Geschäftsmodell konkretisiert. Werden zwei dieser vier Elemente geändert, so spricht man von einer Geschäftsmodellinnovation. Es wird somit eine Basis für Innovationen geschaffen.<sup>134</sup>

Ähnliche Ansätze werden auch in der Balanced Scorecard verfolgt, die als Werkzeug für Management- und Strategieentscheidungen eingesetzt wird.<sup>135</sup>

---

<sup>129</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 6

<sup>130</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 6

<sup>131</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 6

<sup>132</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 6

<sup>133</sup> vgl. Amit/Zott (2001), S. 504

<sup>134</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 6f.

<sup>135</sup>vgl. Kaplan/Norton (1992), S. 72

Im Buch „Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge“ werden Geschäftsmodellinnovationen auf Basis existierender Modelle, die aber für die Branche oder das Unternehmen neu sind, beschrieben. Außerdem wird auf die Veränderung bestehender Geschäftsmodelle eingegangen und auch neu zu definierende Geschäftsmodelle sind erläutert. Alle diese Möglichkeiten für eine Geschäftsmodellinnovation werden dabei nach den vier Geschäftsmodell-Dimensionen, die oben beschrieben wurden, untersucht.<sup>136</sup>

Die sechs ausgewählten Business Modelle, die ab Kapitel 3.4 erklärt werden, beziehen sich auf das „magische Dreieck“.

### **3.3 St. Galler Business Model Navigator™**

Mit dem Business Model Navigator™, einer aktionsorientierten Methodik, kann jedes Unternehmen die dominante Branchenlogik durchbrechen und das eigene Geschäftsmodell innovieren. Abbildung 20 zeigt den St. Galler Business Model Navigator™, der auf der zentralen Erkenntnis basiert, dass sich neue Geschäftsmodelle über kreative Imitation und Rekombination erfolgreich entwickeln lassen. Es wird zwischen Designphase der Geschäftsmodellinnovation und deren Realisierung unterschieden. Wie Abbildung 20 zeigt, besteht das Modell aus vier Schritten:<sup>137</sup>

#### **1. Initiierung**

Damit eine Geschäftsmodellinnovation stattfinden kann, ist neben dem Verständnis des eigenen Geschäftsmodells ein Rundumblick auf relevante Akteure und Einflussfaktoren notwendig. Somit soll das Umfeld des alten Geschäftsmodells ganzheitlich und vorausschauend analysiert werden.<sup>138</sup>

#### **2. Ideenfindung**

Es gibt 55 unterscheidbare Muster von Geschäftsmodellen, die auf das eigene Geschäftsmodell übertragen werden sollen – Musteradaption. Dadurch entstehen gänzlich neue Ideen für das eigene Geschäftsmodell.<sup>139</sup>

---

<sup>136</sup>vgl. Kaufmann (2015), S. 12 ff.

<sup>137</sup>Gassmann u.a. (2013), S. 16

<sup>138</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 22

<sup>139</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 33

### 3. Integration

Durch die Musteradaptierung entstehen viele neue Ideen, die in ein neues, stimmiges Geschäftsmodell übergeführt werden müssen. Dieses Geschäftsmodell muss konsistent sein und zu den internen Anforderungen eines Unternehmens und gleichzeitig auch zum externen Umfeld passen. Erfolgreiche Geschäftsmodellinnovationen sind in hohem Grad konsistent, und das auch ohne Existenz eines etablierten Vorbilds, an dem sie sich ausrichten können.<sup>140</sup>

### 4. Implementierung

Nachdem die ersten drei Schritte des St. Galler Business Model Navigator™ durchgeführt wurden, ist das Design des neuen Geschäftsmodells vorläufig abgeschlossen und es folgt die Implementierung. Dabei soll ähnlich wie bei einer Produktinnovation erst einmal ein Prototyp entwickelt werden, der im kleinen Rahmen getestet werden kann, und nicht die komplette Geschäftsinnovation auf einmal am Markt implementiert werden. Dadurch wird das Risiko beschränkt und es entsteht die Möglichkeit des weiteren Lernens.<sup>141</sup>

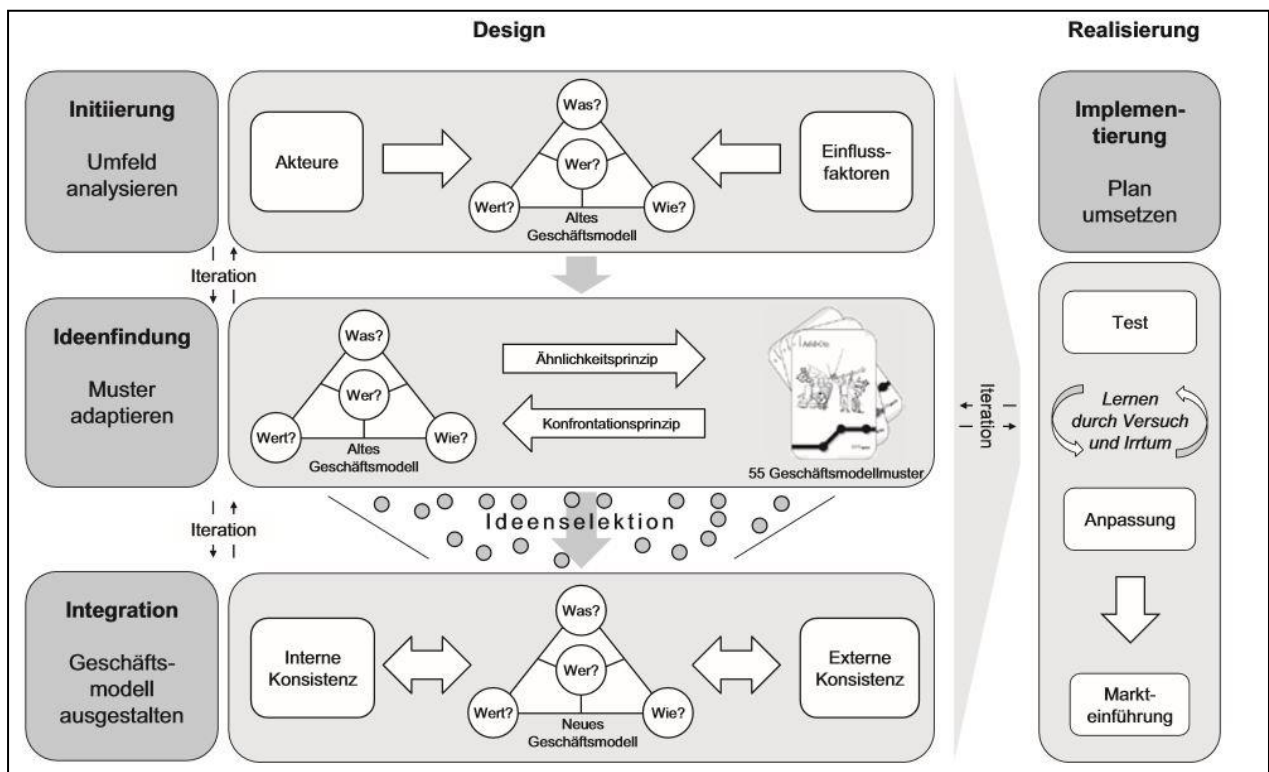


Abbildung 20: St. Galler Business Model Navigator™<sup>142</sup>

<sup>140</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 45

<sup>141</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 49f.

<sup>142</sup>Gassmann u.a. (2013), S. 16

### 3.4 Add On

Spricht man vom Muster Add-on, so wird dem Kunden ein Nutzungsversprechen zu einem möglichst günstigen Preis angeboten. Allerdings treiben eine Vielzahl von Zusatzoptionen und Extras den Preis des Produktes in die Höhe. So kommt es sehr häufig vor, dass der Kunde einen Preis zahlt, den er nicht erwarten oder vorhersehen konnte (Wert?). Nicht selten steht hinter diesem Muster eine sehr ausgeklügelte Preisstrategie, bei der das Kernprodukt werbewirksam und nicht selten zu Kampfpreisen angeboten wird, während Positionen der Aufpreisliste vom Kunden meist teuer erworben werden müssen. Diese Extras können zusätzliche Attribute, gekoppelte Services, Erweiterungen des Produktes bis hin zu einzelnen Individualisierungsmaßnahmen sein. Es bleibt dem Kunden überlassen, ob er sich von der Aufpreisliste locken lässt oder ihn das anfängliche Nutzungsversprechen zufriedenstellt. Durch diese Möglichkeit hat der Kunde einen großen Vorteil, er kann sein Produkt individuell konfigurieren, ohne ungewollte Extras erwerben zu müssen (Was?). Aus Sicht des Unternehmens erschließt sich der Vorteil daraus, dass der Kunde durch zusätzliche Features möglicherweise mehr für das Produkt zahlt, als ihn vergleichbare Konkurrenzprodukte gekostet hätten (Was?).<sup>143</sup>

Der Hersteller muss beim Add-on Muster abwägen, in welcher Konfiguration sein Produkt möglichst vielen Kunden das größtmögliche Nutzenversprechen liefert. Dieses Muster ist speziell für Märkte geeignet, die nicht klar zu segmentieren sind bzw., wenn die Kundenanforderungen stark unterschiedlich sind. Ein Beispiel dafür ist die Automobilindustrie, die zusätzlich zur Visionierung das System langer Aufpreislisten und Sonderausstattungsoptionen perfektioniert hat.<sup>144</sup>

Folgende Unternehmen können als Innovatoren dieses Musters gesehen werden:<sup>145</sup>

- *Ryanair* wurde als irische Regionalfluglinie gegründet und ist heute eine der größten Low-Fare-Airlines Europas. Das Unternehmen verfolgt eine klare Strategie als Billigfluglinie, die es schafft durch eine aggressive Preisgestaltung und eine schlanke Kostenstruktur profitabel zu wirtschaften. Die „Basic-Fare“ für Flugtickets wird günstig angeboten, jedoch fallen durch viele ergänzende Extras zusätzliche Gebühren an. Beispiele dafür sind unter anderem Bordservice, Verpflegung (Essen und Trinken), Reiseversicherung, Priority Boarding, Extragepäck und Übergepäck.

---

<sup>143</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 76

<sup>144</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 76

<sup>145</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 77f.

- *Mercedes Benz und BMW*

Auch die Automobilindustrie hat das Add-on Muster erfolgreich übertragen. In dieser Branche tragen Positionen der Aufpreisliste bzw. Sonderausstattungen teilweise mehr als überproportional zum Deckungsbeitrag bei als das Serienfahrzeug selbst. Preislich höher angesiedelte Hersteller wurden durch Individualisierungsmöglichkeiten und Luxusausstattungen zu Premiummarken und konnten so den anspruchsvollen Kunden gerecht werden.

### 3.5 Razor and Blade

Beim Muster Razor and Blade wird das Basisprodukt günstig oder sogar umsonst angeboten. Für die Nutzung des Basisproduktes wird aber ein Komplementärprodukt benötigt, das teuer ist und somit für den Hauptumsatz des Unternehmens verantwortlich ist (Was? Wert?). In erster Instanz soll der Kunde durch gesenkte Kaufbarrieren für das günstige Basisprodukt an das Unternehmen gebunden werden (Was?). Dabei kommt es häufig vor, dass das Basisprodukt zum oder sogar unter dem Selbstkostenpreis angeboten wird. Anschließend wird in zweiter Instanz durch Verkaufen des Komplementärproduktes Geld verdient (Wert?).<sup>146</sup>

Das Muster Razor and Blade ist aus Sicht des Unternehmens eine Quersubventionierung des Basisproduktes durch das Komplementärprodukt. Insbesondere bei häufig genutzten Komplementärprodukten wie Verbrauchsartikeln kann dieses Muster zu einem profitablen Geschäftsmodell führen (Wert?). Das bedeutet sozusagen, dass mit dem Verkauf des Basisproduktes nicht nur dieses selbst, sondern zugleich auch ein massives Umsatz- und ErtragsPotential mit abgesetzt wird. Damit das Unternehmen davon profitieren kann, müssen Austrittbarrieren existieren, die verhindern, dass das Komplementärprodukt von Kunden bei der Konkurrenz gekauft werden kann. Dem Unternehmen dabei helfen können zB Patentanmeldungen oder ein starker Markenaufbau (Wie?).<sup>147</sup>

---

<sup>146</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 203

<sup>147</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 203

Folgende Unternehmen können als Innovatoren dieses Musters gesehen werden:<sup>148</sup>

- *Nestlé Nespresso* ist ein Beispiel für dieses Muster. Mit dem System günstige Kaffeemaschine und teure Kaffeekapseln wurde eine Geschäftsmodellinnovation in einer Branche geschaffen, die lange weder Spielraum für hohe Preise noch für Innovationen bot.
- *Gillette* ist ein Paradebeispiel dafür, wie Patente effektiv im Rahmen des Musters Razor and Blade eingesetzt werden können. Anfang des 20. Jahrhunderts erfand King Camp Gillette die austauschbare Rasierklinge („Blade“), damit diese auch wirklich verkauft wurden, verschenkte Gillette das zugehörige Rasiergerät („Razor“) an das Militär sowie an Universitäten. Im Gillette-Fusion Modell stecken über 70 Patente, die es der Konkurrenz schwer machen in das Rasierklingengeschäft einzusteigen.
- Der Druckerhersteller *Hewlett-Packet* verwendete die Razor and Blade Logik das erste Mal beim ThinkJet Tintenstrahldrucker. In den 1980er Jahren war dies der erste Tintenstrahldrucker für den Privatgebrauch, dabei wurde der Hauptumsatz mit den Tintenpatronen generiert. Bis heute wendet die Druckerbranche dieses Geschäftsmodell im großen Stil an.

### 3.6 Performance-Based Contracting

Bei diesem Muster errechnet sich der Preis für ein Produkt nicht nach seinem physischen Wert, sondern auf Basis der Leistung, die damit erbracht wird. Es wird eine feste Ergebnisgröße definiert, an der die Leistung gemessen wird und für die der Kunde dem Unternehmen einen festgelegten Betrag bezahlt (Was? Wert?). Typischerweise sind in diesem Betrag alle Kostenfaktoren wie zB Betriebs-, Wartungs- und Reparaturkosten des Produktes enthalten, die dem Kunden eine Kostenkontrolle ermöglichen (Was?). Es spielt dabei keine Rolle, wie oft oder wie intensiv das Produkt zur Herstellung einer Leistungseinheit genutzt werden muss.<sup>149</sup>

---

<sup>148</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 204

<sup>149</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 200

Das Produkt wird vom Hersteller vertrieben, der häufig sehr stark in den Leistungserstellungsprozess des Kunden integriert ist (Wie?). Dadurch kann er seine Erfahrungen im Umgang mit dem Produkt weitergeben bzw. gleichzeitig auch eine neue Expertise aufbauen (Wert?). Eine Extremvariante dieses Musters stellt das Betreibermodell dar. Dabei bleibt das Produkt im Besitz des Unternehmens und wird von diesem betrieben (Wie?). Natürlich trägt das Unternehmen bei dieser Variante ein vergleichsweise hohes finanzielles und auch operatives Risiko, aber es profitiert gleichzeitig von einer langfristigen und partnerschaftlichen Beziehung zu seinen Kunden (Wert?).<sup>150</sup>

Folgende Unternehmen können als Innovatoren dieses Musters gesehen werden:<sup>151</sup>

- Der Flugzeugturbinenhersteller *Rolls-Royce* ist ein Pionier in diesem Zusammenhang. Anfang der 1980er Jahre wendet er dieses Muster in Form des sogenannten „Power-by-the-hour“ Angebots an. Dabei verkauft Rolls-Royce die Flugzeugturbine nicht mehr als solche, sondern nach ihrer Flugleistung, die nach geflogenen Flugstunden bemessen wird. Für Wartung und Instandhaltung ist dabei das Unternehmen zuständig, da die Turbine ja in diesem verbleibt. Heute werden 70 Prozent der Einnahmen über dieses Angebot generiert.
- *BASF Coating* hat in den 1990er Jahren das „Cost-per-unit“ Modell eingeführt. Die Kunden, im besonderen Automobilhersteller wie Daimler, VW oder BMW bezahlen dabei nicht mehr pro Kilogramm Lack, sondern für jede einwandfrei lackierte Karosserie. Dabei liegt die Verantwortung des Lackierprozesses teilweise bei BASF, die vor Ort beim Kunden den Prozess betreuen und somit zu einer ständigen Effizienzsteigerung beitragen. Da der eingesparte Lackverbrauch zwischen Kunden und Unternehmen geteilt wird, entsteht eine Win-Win-Situation.
- *Xerox* hat das Modell „Cost-per-Page“ eingeführt. Es werden, wie auch bei Rolls-Royce, keine Geräte mehr an den Kunden verkauft, sondern diese von Xerox für seine Kunden betrieben. Dabei wird die Leistung nach der Anzahl der kopierten Seiten verrechnet.

---

<sup>150</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 200

<sup>151</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 200f.



### 3.7 Solution Provider

Bei diesem Muster werden den Kunden nicht nur Unternehmensprodukte angeboten, sondern auch eine umfassende Gesamtlösung an integrierten Produkt- und Dienstleistungsangeboten (Was?). Typischerweise gehören dazu Serviceverträge und Beratungsleistungen, welche auf die Bedürfnisse des Kunden zugeschnitten sind. Außerdem sind auch die benötigten Verbrauchsmaterialien und Ersatzteile enthalten. Mit diesem Muster soll dem Kunden ein „Rundum-Sorglos-Paket“ angeboten werden, das ihm einen großen Teil seiner Aufgaben und Probleme in einem bestimmten Bereich abnimmt. Dadurch wird es dem Kunden möglich, sich auf sein Kerngeschäft zu konzentrieren und dadurch seine Performance signifikant zu verbessern (Was?). Für das Unternehmen bringt dieses Muster den Vorteil, dass eine intensive Beziehung zum Kunden aufgebaut werden kann (Wert?).<sup>152</sup>

Sehr häufig sind Unternehmen, die das Solution-Provider Geschäftsmodell anwenden, selbst der „Single Point of Contact“ beim Kunden. Diese Unternehmen decken nämlich den gesamten Bedarf rund um das Kundenproblem mit seinen Produkten und Dienstleistungen ab (Wie?). Dadurch wird auch die Position im Wettbewerb gestärkt und das Unternehmen erhält im Rahmen dieses Musters Zugang zu einer Reihe von wichtigen Informationen über die Nutzungsgewohnheiten und Bedürfnisse seiner Kunden. Mit diesen können wiederum noch bessere Lösungen entwickelt werden, um sich nachhaltig von der Konkurrenz zu differenzieren.<sup>153</sup>

Folgende Unternehmen können als Innovatoren dieses Musters gesehen werden:<sup>154</sup>

- Die Unternehmung *Heidelberger Druckmaschinen* hat in den letzten 15 Jahren einen beeindruckenden Wandel vom traditionellen Druckmaschinenhersteller zu einem Lösungsanbieter gemacht. Dabei wird heute nicht mehr nur die Maschine als solche verkauft, sondern der Gesamtprozess, den der Kunde zur Herstellung seiner Endprodukte benötigt. Neben dem Druckequipment werden auch eine Reihe von Monitoring- und Beratungsdienstleistungen verkauft, die zur Verbesserung des Workflows während des Druckprozesses beitragen.

---

<sup>152</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 228

<sup>153</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 228

<sup>154</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 228f.

- *Lantal Textiles* hat sich auf die Herstellung und Vermarktung von Textilien und Dienstleistungen für den internationalen Luft-, Bus-, Bahn- und Kreuzfahrtschiffverkehr spezialisiert. Das Dienstleistungsportfolio umfasst zB das Designen des Textilinterieurs für komplette Flugzeugkabinen und das Einlagern der Stoffe für die Kunden. Dadurch differenziert sich das Unternehmen nachhaltig gegenüber der Konkurrenz und nimmt die Position des Marktführers ein.
- Der Handelskonzern *Würth* ist weltweit führend und hat seinen Schraubenvertrieb auf Produkte in den Bereichen Befestigungs-, Montagematerial und Werkzeuge erweitert. Bei Würth erhält der Handwerker heute alles aus einer Hand und muss sich in vielen Fällen nicht einmal um die Nachbestellung von Verbrauchsmaterial kümmern.
- Auch *Tetra Pak* macht sich das Solution Provider Muster zu Nutze. Der Verpackungsspezialist bietet seinen Kunden ein breites Portfolio an Produkten und Dienstleistungen für die Verarbeitung, Verpackung und Distribution von Lebensmitteln an. So gehört neben dem Tetra Pak-Verpackungsmaterial auch das Planen von kompletten Abfüll- und Verpackungsanlagen zu den Lösungen der Unternehmung.
- *3M Service GmbH* wurde 2010 in Deutschland vom traditionellen Produktunternehmen 3M gegründet und damit ein Schritt in Richtung Solution Provider unternommen. Dabei werden Gesamtlösungen aus einer Hand angeboten, wobei die meisten Lösungen auf innovativen 3M Produkten basieren. Diese Produkte werden dann durch komplementäre Partnerangebote ergänzt.
- *Geek-Squad* ist ein Geschäftsmodell, basierend auf der Bereitstellung eines umfassenden Supports für technische Geräte aller Art (zB Computer, Mobiltelefone, Drucker, Spielekonsolen, uvm.). Geek Squad kümmert sich lösungsorientiert um Probleme, sollten die Geräte nicht wie vom Kunden gewünscht funktionieren. Dabei steht eine unternehmenseigene Einsatztruppe, die aus ausgebildeten Fachkräften besteht, 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr als Telefonservice zur Verfügung.

### 3.8 Guaranteed Availability

Bei diesem Muster steht die Verfügbarkeit im Vordergrund. Der Kunde zahlt für die Verfügbarkeit eines Produktes und nicht für dessen Eigentum (Was?). Ziel dieses Musters ist es jene Kosten, die durch Ausfall von technischen Produkten wie zB Maschinen oder Geräten entstehen können, zu reduzieren. Daher wird eine Verfügbarkeitsgarantie auf das Produkt gegeben, mit der versucht wird dieser Problematik entgegenzuwirken (Was?). Typischerweise wird dieses Muster in Form eines Rahmenvertrages umgesetzt. Dieser beinhaltet alle Leistungen, die zur Aufrechterhaltung der dauerhaften Produktverfügbarkeit notwendig sind, wie beispielsweise die Bereitstellung von Ersatzgeräten bzw. -maschinen und auch Reparatur- und Wartungsleistungen. Der Kunde zahlt dafür einen pauschalen Betrag an das Unternehmen (Wie?). Die dauerhafte Verfügbarkeit weiß der Kunde natürlich zu schätzen, und so kann das Unternehmen eine langfristige und intensive Beziehung zu dem Kunden aufbauen (Wert?).<sup>155</sup>

Folgende Unternehmen können als Innovatoren dieses Musters gesehen werden:<sup>156</sup>

- Der Befestigungsspezialist *Hilti* hat vor über zehn Jahren das Hilti Fleet Management eingeführt. Bei diesem Konzept übernimmt Hilti das Management der Geräteflotten für seine Kunden und ist somit für die gesamte Instandhaltung und Wartung der Geräte verantwortlich. Bei einem Schadensfall kümmert sich Hilti darum, dass das Gerät sofort repariert oder ersetzt wird. Der Kunde kann somit jederzeit auf funktions- und leistungsfähige Geräte zurückgreifen und dadurch seine Ausfallkosten minimieren.
- *MachineryLink* ist ein US-amerikanisches Unternehmen, das sich auf Erntemaschinen (zB Mähdrescher) spezialisiert hat und ein ähnliches Konzept wie Hilti verfolgt. Dabei schließen die Kunden von MachineryLink einen Vertrag von mindestens 3 Jahren ab, der es ihnen ermöglicht in diesem Zeitraum auf eine Flotte von über 300 Geräten zurückzugreifen. Mit diesem Vertrag lässt sich sicherstellen, dass es für den Kunden zu keinem gerätebedingten Ernteverlust kommt, da er jederzeit über funktionstüchtige Maschinen verfügen kann.

---

<sup>155</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 141

<sup>156</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 142

- Das Unternehmen *IBM* hat eine ernsthafte Krise aufgrund des Preisverfalls für Großrechner dazu genutzt das Unternehmen umzustrukturieren. Dazu wurde das Unternehmen vom damaligen IBM-Chef Lou Gerstner von einem reinen Produktunternehmen in ein lösungsorientiertes Dienstleistungsunternehmen verwandelt. Das Hardware Geschäft wurde aufgegeben und dafür wurden Verfügbarkeitslösungen angeboten, bei denen IBM für das Instandhalten der Rechnerinfrastrukturen von Banken, Unternehmen und anderen Großorganisationen verantwortlich ist.
- Auch bei den Aufzugsfirmen *Otis*, *Schindler* oder *Thyssen* ist das Muster sehr gefragt. Dabei bieten die Unternehmen verschiedene Level an Serviceverträgen an, die von einfachen Oil-and-Grease-Verträgen bis hin zu Guaranteed-Availability-Verträgen reichen. So ist bei den Oil-and-Grease-Verträgen lediglich die Basiswartung enthalten, wohingegen bei den Guaranteed-Availability-Verträgen dem Kunden die Verfügbarkeit der Aufzüge für Passagiere zu einem hohen, genau festgelegten Prozentsatz garantiert wird. Sollte die Verfügbarkeit nicht eingehalten werden, so drohen dem Unternehmen festgelegte Konventionalstrafen.

### 3.9 Revenue Sharing

Die symbiotische Gewinnteilung beschreibt die Praxis von Unternehmen ihren Umsatz mit Stakeholdern zu teilen. Bei Anwendung dieses Musters teilen Unternehmen meistens einen bestimmten Prozentsatz ihres Umsatzes mit den Stakeholdern, die einen signifikanten Anteil zur Umsatzgenerierung beigetragen haben (Wert?). Das erfolgt unter anderem durch Kundenempfehlungen oder auch durch die Übernahme wertschöpfender Tätigkeiten wie zB die Ausführung von Teilleistungen im Produktionsprozess. Mit diesem Geschäftsmodellmuster bieten Unternehmen ihren Stakeholdern direkte Umsatzbeteiligung, die einen stärkeren Anreiz dafür geben soll ein neues Geschäft zu generieren bzw. auch das bestehende Geschäft auszubauen (Was?).<sup>157</sup>

---

<sup>157</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 209

Das Revenue-Sharing Muster unterstützt den Aufbau strategischer Partnerschaften, mit denen die Kundenbasis vergrößert wird und so auch die Erträge gesteigert werden können. Außerdem wird auch die Wettbewerbsfähigkeit des eigenen Unternehmens gestärkt. Mit der Anwendung dieses Musters können auch Vertriebskosten gespart sowie die Absatzrisiken mit Stakeholdern geteilt werden (Wert?). Voraussetzung für das Muster ist, dass eine Partei die Möglichkeit haben muss eine Umsatzsteigerung zu erzielen, wofür im Gegenzug die andere Partei eine Beteiligung erhält. Nur dadurch kann eine symbiotische Beziehung bzw. eine Win-Win-Situation entstehen.<sup>158</sup>

Folgende Unternehmen können als Innovatoren dieses Musters gesehen werden:<sup>159</sup>

- Die Website *CDnow* stellte eine große Auswahl von CDs für Musikinteressierte zur Verfügung. Drei Monate nach der Gründung der Website im Jahr 1994 wurde das sogenannte „Buy Web“-Programm ins Leben gerufen (heute als „Affiliate“ oder „Associate“ Marketing bekannt). Dabei haben unterschiedliche Plattenfirmen bzw. kleinere Künstler, die ihre CDs im Internet verkaufen wollten, aber keinen eigenen Webshop realisieren konnten/wollten, Links zur entsprechenden CD auf CDnow erstellt. Interessierte Kunden wurden somit auf die Seite von CDnow weitergeleitet. Damit die Verlinkung für Partner interessant wurde, hat CDnow eine Revenue-Sharing-Vereinbarung angeboten. Bei dieser Vereinbarung bekam der Partner drei Prozent der Einnahmen, wenn der Kunde durch einen Klick auf der Partnerwebsite zu CDnow weitergeleitet wurde und dann einen Kauf tätigte. Dadurch hatten die Partner finanzielle Anreize diesem Programm beizutreten.
- Auch *iTunes von Apple* ist eine Anwendung des Revenue-Sharing Musters. Werden Transaktionen durch iTunes Service oder den AppStore abgewickelt, so behält Apple 30 Prozent des Umsatzes als Provision ein. Mit dieser Plattform eröffnet Apple die Möglichkeit für Synergieeffekte, bei der das Unternehmen direkt von Applikationen Dritter profitiert, ohne für die Entwicklung der Apps Investitionen tätigen zu müssen. Doch nicht nur Apple profitiert davon, auch freie Entwickler haben Vorteile durch den Bekanntheitsgrad von Apple, die bereitgestellte Infrastruktur, durch vorgegebene Entwicklungswerkzeuge und durch die einfachen Vertriebsprozesse, die ihnen im AppStore zur Verfügung gestellt werden. Das Unternehmen verfolgt auch mit Musikern im iTunes Store das gleiche Prinzip.

---

<sup>158</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 209

<sup>159</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013), S. 210

- *Groupon* ist eine Unternehmung, die sogenannte „Groupons“ – klassische Coupons – verkaufen. Allerdings werden diese erst gültig, wenn sich eine bestimmte Anzahl von Interessenten zum Kauf entscheidet. Das Unternehmen behält sich 50 Prozent des Umsatzes eines „Groupons“ als Provision ein und zahlt den ausführenden Unternehmen lediglich die Hälfte des Umsatzes aus. Die ausführenden Unternehmen profitieren vom großen Bekanntheitsgrad und der einhergehenden hohen Reichweite, die Groupon zur Verfügung stellen kann.

## 4 Literatur zur Erstellung von Umfragen

Im Praxisteil dieser Arbeit war sowohl die Erstellung einer qualitativen als auch die Erstellung einer quantitativen Umfrage von Bedeutung, um den Bedarf an Industrie 4.0 Anwendungen bei den Bestandskunden erheben zu können. Daher befasst sich dieses Kapitel mit den Regeln bzw. der Vorgehensweise, die bei der Erstellung der jeweiligen Umfrageart beachtet wurden.

### 4.1 Erstellung von qualitativen Umfragen

Für den Praxisteil dieser Arbeit war die Erstellung eines Fragebogens für eine qualitative Befragung sehr wichtig. Es wurde bei ausgewählten Bestandskunden der Knapp Systemintegration GmbH in Form von Experteninterviews das Potential von Industrie 4.0 Anwendungen abgefragt.

Bei vielen qualitativen Umfragen steht die befragte Person im Mittelpunkt des Interesses, nicht so bei Experteninterviews. Bei ihnen geht es darum die Interviewpartner über ihre Erfahrungen und Interpretationen zum gewählten Forschungsthema zu befragen.<sup>160</sup>

Bei dieser Art der qualitativen Umfrage wird oft ein Interviewleitfaden bzw. ein halbstandardisierter Fragebogen eingesetzt, damit der relevante Kriterienraster angesprochen wird und trotzdem genügend Freiraum für individuelle Aussagen bleibt.<sup>161</sup>

Dieses Kapitel befasst sich mit den wissenschaftlichen Aspekten, die bei der Erstellung eines Interviewfragebogens zu beachten sind.

---

<sup>160</sup>vgl. Borchardt/Göthlich (2007), S. 38

<sup>161</sup>vgl. Töpfer (2012), S. 245

#### 4.1.1 Grundregeln der Fragenformulierung

Bei der Erstellung eines Fragebogens ist es von Bedeutung bei der Formulierung der Fragen einige Grundregeln zu beachten. Nachfolgend sind die zehn wichtigsten Regeln angeführt<sup>162,163</sup>

1. Bei der Erstellung der Frage sollte darauf geachtet werden, dass diese kurz, verständlich und hinreichend präzise formuliert ist.
2. Die Fragen sollten ohne bürokratische Verrenkungen in einfachem Hochdeutsch gestellt werden
3. Die Fragen sollten nicht unnötig kompliziert werden. Daher ist darauf zu achten, dass die doppelte Verneinung vermieden wird, denn dabei kommt es häufig zu Missverständnissen.
4. Bei geschlossenen Fragen sollten sich die Antwortmöglichkeiten nicht überlappen, alle Faktoren berücksichtigen und möglichst präzise sein.
5. Stark wertbesetzte Begriffe wie zB „Gerechtigkeit“, „Verbrechen“ uvm. sollten vermieden werden, da sie die Antwortreaktionen stark positiv oder auch stark negativ beeinflussen.
6. Bei Antworten auf mehrdimensionale Fragen lassen Ja/Nein Antworten mehrere Interpretationen zu und sind somit nicht eindeutig einer Zieldimension zurechenbar. Es macht daher Sinn unter Umständen zwei Einzelfragen oder offene zu stellen.
7. Problematisch sind auch indirekte Fragen, die wirklich nur in Ausnahmefällen gestellt werden sollten. Denn wie bei mehrdimensionalen Fragen ist es auch hier möglich, dass die Antwort nicht eindeutig zurechenbar ist.
8. Bei der Verwendung von Suggestivfragen wird die Antwort in eine bestimmte Richtung gelenkt und daher sollten diese Fragen vermieden werden.
9. Bei der Zusammenstellung mehrerer Fragen, die eine gemeinsame Zieldimension messen sollen, ist es wichtig die Aussagen in unterschiedliche Richtungen zu formulieren.
10. Befragte Personen sollten mit der Frage nicht überfordert werden.

Natürlich gibt es keine Regel ohne Ausnahme, jedoch sollten diese Regeln soweit als möglich beachtet werden.

---

<sup>162</sup>vgl. Diekmann (2014), S. 479

<sup>163</sup>vgl. Diekmann (2014), S. 479 ff.

#### 4.1.2 Fragebogenkonstruktion

Bei der Fragebogenkonstruktion ist es wichtig, dass die Fragen unter Beachtung einiger Regeln in einer zweckmäßigen Reihenfolge angeordnet werden.<sup>164</sup>

Die für diese Arbeit wichtigsten Regeln sind in weiterer Folge angeführt:<sup>165</sup>

1. Beim Fragebogen wird mit Eröffnungsfragen begonnen, welche die Befragten auf das Thema hinführen.
2. Die sogenannte „Spannungskurve“, die Indiz für die Aufmerksamkeit ist, steigt zunächst an und sinkt mit zunehmender Fragedauer ab.
3. Generell werden die Fragen in Themenblöcke gegliedert. Sollten sich die Fragen nach dem Grad der Allgemeinheit oder bei heiklen Fragen nach dem Grad der Unangenehmheit unterscheiden, wird mit Fragentrichtern gearbeitet, bei denen zunächst sehr allgemeine Fragen gestellt werden, die allmählich spezieller werden.
4. Die Befragungszeit kann mit Hilfe von Filterfragen und Gabeln reduziert werden.
5. Bei problematischen Mehr-Themen-Umfragen sollten zwischen den Frageblöcken Überleitungssätze eingeführt werden, die den Befragten auf das neue Thema vorbereiten sollen.
6. Für den Befragten sind sozialstatische Angaben weniger interessant, daher sollten diese am Ende des Fragebogens angeführt werden.
7. Auf die Dauer des Interviews achten, denn viele Interviews sind zu lang und daher kann es zu einer Teilfälschung kommen und auch die Antwortqualität kann sich bei einer längeren Befragung verschlechtern.

#### 4.2 Erstellung von quantitativen Umfragen

Dieses Kapitel erklärt die Outcome-Driven Innovation Methode (ODI). Dabei werden sowohl die Entwicklung dieser Methode als auch die Methode selbst und deren Auswertung erläutert. Mit Hilfe der ODI Methode wird es Unternehmen möglich, Innovationen auf kundenbasierten Wünschen zu entwickeln.

---

<sup>164</sup>vgl. Diekmann (2014), S. 483

<sup>165</sup>vgl. Diekmann (2014), S. 483 ff.



#### 4.2.1 Entwicklung des Outcome-Driven Innovation Ansatzes

Mitte der 80er Jahre wurde den Managern von Unternehmen immer mehr bewusst, dass Innovationen, die lediglich darauf aus waren dem besten technologischen Standard zu entsprechen, nicht mehr ihren Zweck erfüllten. Die Technologie getriebene Methode war für die Unternehmen sehr kostspielig und immer seltener konnte ein Markt bzw. Kunden dafür gefunden werden, die bereit waren diese Produkte zu kaufen. Daher fand ein Umdenken statt und Unternehmungen stellten den Kunden in den Mittelpunkt der Aufmerksamkeit.<sup>166</sup>

Dieser Ansatz wird auch customer-driven movement genannt und basiert grundsätzlich darauf, dass Unternehmen versuchen müssen die Kundenwünsche zu verstehen, bevor sie Geld in eine Produktinnovation investieren. Die Unternehmen führten Interviews durch und reagierten auf das Feedback, das sie erhalten haben. Dadurch wurde der Innovationsprozess wesentlich effizienter. Außerdem testeten sie ihre Produktkonzepte mit den Nutzern, um das Produkt bestmöglich an den Kunden anzupassen. In den letzten 20 Jahren entstanden sehr viele qualitative und quantitative Forschungsmethoden, die das customer-driven thinking tief in den Köpfen der Unternehmer verwurzelt haben.<sup>167</sup>

Auch nach mehreren Jahren, in denen das Konzept des customer-driven thinking nun umgesetzt wurde, ist für die Unternehmen die Fehlerrate noch zu hoch. Daher wurde nun ein 3. Ansatz notwendig, der diese Ausfallsrate weiter verringern soll. Die Unternehmen müssen ihre Innovationen auf eine nächst höhere Stufe heben, dies soll nach Vorbild der Six Sigma Prinzipien und mit den Werkzeugen für von statistical process controll (SPC) möglich werden. Es müssen Stufen für die Innovation identifiziert werden und die Faktoren, die zu Schwankungen im Innovationsprozess führen, eliminiert werden, damit Unternehmen einen leichteren Durchbruch mit ihren Produkten und Services haben.<sup>168</sup>

---

<sup>166</sup>vgl. Ulwick (2005), S. XIII

<sup>167</sup>vgl. Ulwick (2005), S. XIV

<sup>168</sup>vgl. Ulwick (2005), S. XV

Nach jahrelanger Analyse des customer-driven Ansatzes für Innovationen stellt die Anforderung des Kunden das größte Problem für die Unternehmung dar. Wenn Unternehmungen die Anforderungen der Kunden sammeln, wissen sie nicht, welche Typen von Input sie benötigen, um genau die Anforderungen des Kunden zu erfüllen, auch der Kunde selbst weiß es nicht. Der Grund dafür liegt auf der Hand. Der Kunde gibt seine Anforderungen in einer Sprache weiter, die für ihn angenehm ist, aber leider ist die Sprache nicht geeignet bahnbrechende Produkte auf den Markt zu bringen.<sup>169</sup>

Aus diesem Grund wurde die Outcome-Driven Methode entwickelt, die sich nun nicht nur mit den Kundenwünschen befasst, sondern sich auch den Innovationsprozessen auseinandersetzt. Für diesen Ansatz wurden drei Grundsätze definiert:<sup>170</sup>

- Abnehmer bzw. Kunden kaufen Produkte und Leistungen, die ihnen ihre Arbeit erleichtern.
- Abnehmer bzw. Kunden verwenden eine Menge von Bewertungskriterien, die es ihnen ermöglicht die Arbeit zu bewerten, inwiefern diese gut erledigt wird und was das Produkt leistet.
- Diese Bewertungskriterien der Kunden machen es möglich systematische und vorhersehbare bahnbrechende Produkte bzw. Leistungen zu kreieren.

---

<sup>169</sup>vgl. Ulwick (2005), S. XVI

<sup>170</sup>vgl. Ulwick (2005), S. XVII f.

#### 4.2.2 ODI Methode

Mit dieser Methode werden Kundenaussagen erfasst, die sich auf das Ergebnis konzentrieren und nicht auf die Lösungen. Dabei werden Daten in einer Art und Weise gesammelt, die zeigt, was der Kunde wirklich erreichen will, indem er ein Produkt oder eine Dienstleistung benutzt. Für jedes Unternehmen ist diese Methode in fünf Schritten anzuwenden<sup>171,172</sup>

##### 1. Schritt – Kundeninterviews auf Basis der Outcome-Driven Innovation Methode planen

Mit Hilfe dieser Methode müssen Kundeninterviews Schritt für Schritt den Prozess oder die Aktivität analysieren, die dem Produkt bzw. der Dienstleistung zugrunde liegen. Jeder Aspekt, der in Zusammenhang mit dem Produkt bzw. der Dienstleistung steht, muss analysiert werden. Sobald der Prozess definiert wurde, sollten die teilnehmenden Kunden sorgfältig ausgewählt werden. Am besten sollten die Interviewpartner direkt mit dem Produkt in Verbindung stehen.

##### 2. Schritt – Die gewünschten Outcomes erfassen

Für die Erfassung von gewünschten Outcomes ist es sehr wichtig, einen Interviewer einzusetzen, der den Unterschied zwischen einem Outcome und einer Lösung kennt. Dieser Interviewer sollte geschult sein und auch vage Behauptungen, Anekdoten und irrelevante Kommentare herausfiltern. Außerdem muss der Interviewer die Aussagen bewerten und sicherstellen, dass jeder Teilnehmer alle in Frage kommenden Aspekte des Prozesses bzw. der Aktivität berücksichtigt, die im Zusammenhang mit der Benutzung des Produktes bzw. der Dienstleistung stehen. Sollte ein Kunde eine Aussage treffen, die für den Interviewer bereits nach einer Lösung klingt, so muss der Interviewer die Frage zurückweisen und damit den Teilnehmer zum Nachdenken über den zugrunde liegenden Prozess zwingen.

Im Rahmen des Interviews werden Aussagen gesammelt, die in weiterer Folge in gewünschte Outcomes übersetzt werden müssen. Dabei enthält ein gut formulierter Outcome die Richtung der erforderlichen Verbesserung (minimieren / erhöhen) und die Maßeinheit (Zeit, Anzahl, Häufigkeit). Diese Bestandteile sind wichtig, um die Aussage des Outcomes im Anschluss für Entwicklungsspezifikationen, den Leistungsvergleich, die Wettbewerbsanalyse und die Konzeptbewertung nutzen zu können.

---

<sup>171</sup>vgl. Chevalier/Pattera (2008), S. 21 f.

<sup>172</sup>vgl. Chevalier/Pattera (2008), S. 22 ff.

### 3. Schritt – Outcomes organisieren

Nachdem alle Interviews abgeschlossen sind, wird eine ausführliche Liste von Outcomes erstellt und diese in Themen kategorisiert.

### 4. Schritt – Outcomes nach Wichtigkeit und Zufriedenheit bewerten

Sobald alle Outcomes kategorisiert wurden, muss das Unternehmen mit der fertigen Liste eine quantitative Befragung durchführen. Dabei werden die Ergebnisse (Outcomes) von verschiedenen Kundentypen bewertet. Die Teilnehmer der Befragung bewerten jedes einzelne Outcome nach Wichtigkeit und nach dem bisherigen Zufriedenheitsgrad mit dem jeweils benutzten Produkt. Anschließend werden diese Bewertungen in eine mathematische Formel eingefügt, die für jede Chance die relative Attraktivität berechnet. Die Formel lautet:

Wichtigkeit + (Wichtigkeit – Zufriedenheit) = Potential

Sie wird zur Priorisierung von Innovationspotentialen herangezogen.

### 5. Schritt – Outcomes als Leitlinie für Innovation nutzen

Im letzten Schritt werden die Daten genutzt, um Chancen für die Produktentwicklung, Marktsegmente und bessere Wettbewerbsanalyse zu ermitteln. Dabei werden die Ergebnisse in der sogenannten Opportunity Landscape dargestellt. Alle Outcomes, die von den Kunden als am wichtigsten und am wenigsten befriedigt angesehen werden, repräsentieren das größte Potential. Outcomes von geringer Wichtigkeit und mit ausreichender Zufriedenheit durch bereits bestehende Produkte werden nicht weiter verfolgt. Die Ergebnisse aller teilnehmenden Kundengruppen können dabei auch in einer eigenen Landscape dargestellt werden. Dadurch wird es möglich, die Produktinnovationen an die Ergebnisse der einzelnen Gruppen anzupassen.

Durch die Outcome-Driven Innovation Methode kann das Unternehmen verstehen, welche Aufgaben die Kunden mit einem Produkt erledigen wollen und welches Ergebnis sie davon erwarten. Ab dem Zeitpunkt, an dem die vom Kunden gewünschten Outcomes den Mittelpunkt der Kundenbefragung darstellen, werden Innovationen eine steuerbare, vorhersehbare Disziplin.<sup>173</sup>

---

<sup>173</sup>vgl. Chevalier/Pattera (2008), S. 24

## **5 Entwicklung des Industrie 4.0 – Retrofit Konzepts**

Für die Nachrüstung von Industrie 4.0 Anwendungen bei bestehenden Bestandskunden wurden gemeinsam mit der Knapp Systemintegration GmbH einzelne Schritte unternommen, um bei der Realisierung dieses Projektes weiter voranzukommen. Dieses Kapitel befasst sich daher detailliert mit den Aufgaben, die letztendlich zum Gesamtergebnis geführt haben. Es sind sowohl die einzelnen Arbeitspakete als auch deren Resultate erläutert.

### **5.1 Marktrecherche**

Für die Abschätzung des Bedarfs an Industrie 4.0 Anwendungen in bestehenden Anlagen wurden qualitative Interviews mit verschiedenen Kunden durchgeführt. Anhand der Antworten aus den Interviews wurde eine quantitative Umfrage mit der Outcome Driven Innovation Methode gestartet. Dieses Kapitel führt die zusammengefassten Ergebnisse aus den Interviews mit den beiden ausgewählten Bestandskunden an und zeigt das Gesamtergebnis der quantitativen Umfrage.

#### **5.1.1 Angewandte Methoden**

Es wurden sowohl qualitative Interviews als auch eine quantitative Umfrage durchgeführt. Dabei wurde für die qualitativen Interviews ein Fragebogen mit 25 Fragen erstellt, der sowohl in Deutsch als auch in Englisch ausgearbeitet wurde. Bei der Erstellung des Fragebogens wurde darauf geachtet, die Regeln aus Kapitel 4.1 so gut wie möglich einzuhalten. Die Fragebogen in beiden Sprachen sind als Anhang A beigefügt.

Die quantitative Umfrage wurde mit Hilfe der Outcome Driven-Innovation Methode (ODI-Methode), deren fünf Schritte in Kapitel 4.2 erläutert sind, erstellt. Dabei wurden aus den Antworten der qualitativen Interviews – in einem Workshop mit Herrn Ansari (Customer Care Manager bei KSI), Herrn Jungmair, Herrn Weinhandl und Frau Zettl – Statements erarbeitet, die in kurzer Form die Aussagen der Interviewpartner widerspiegeln. Dabei wurden 120 Statements – sogenannte Outcomes – gefunden, die aber aufgrund des Zeitaufwandes nicht alle an die Kunden ausgesandt werden konnten. So wurden die 120 Outcomes auf die 50 wichtigsten reduziert, damit der Kunde mit moderatem Aufwand die Outcomes nach Wichtigkeit (0-10) und Zufriedenheit (0-10) beurteilen konnte.

Die 50 Outcomes, die an die Kunden ausgesandt wurden, sind in Anhang C angeführt. Die quantitative Umfrage fand im E-Insight statt, ein System von Knapp, auf das alle Kunden Zugriff haben.

Das Gesamtergebnis dieser quantitativen Umfrage ist in Kapitel 5.1.5 in der sogenannte Opportunity Landscape dargestellt. Diese Grafik macht Bereiche sichtbar, die einerseits übererfüllt sind und andererseits hohes Innovationspotential aufweisen.

### 5.1.2 Interviews

Die Befragung wurde, wie in Tabelle 2 ersichtlich, mit 11 Personen aus unterschiedlichsten Unternehmen durchgeführt. Die Interviews mit den beiden Pilotkunden wurden teilweise vor Ort, alle anderen Interviews telefonisch geführt. Die Ergebnisse der restlichen Interviews sind zusammengefasst in Anhang B aufgelistet.

Datum	Unternehmen	Anlage	Interviewpartner	Interviewer
24.05.2016 01.07.2016 01.07.2016	Unternehmen 1 (Pilotkunde 1)	OSR	Leiter Betriebstechnik Logistikleiter Innovationsmanagerin	Ansari, Zettl, Jungmair Ansari, Zettl, Weinhandl Ansari, Zettl, Weinhandl
27.07.2016	Unternehmen 2 (Pilotkunde 2)	OSR	Betriebstechniker Betriebstechniker Leiter Betriebstechnik	Ansari, Zettl, Weinhandl Zettl, Weinhandl Ansari
31.05.2016	Unternehmen 3	A-frame	Logistik Projektleiter	Ansari, Zettl, Jungmair
02.06.2016	Unternehmen 4	A-frame	Niederlassungsleiter	Ansari, Zettl, Jungmair
02.06.2016	Unternehmen 5	Förderanlage mit Sortierung	Logistikleiter	Ansari, Zettl, Jungmair
16.06.2016	Unternehmen 6	OSR	Logistikleiter	Ansari, Zettl, Jungmair
21.06.2016	Unternehmen 7	A-frame	Logistikleiter	Ansari, Zettl, Jungmair

Tabelle 2: Interviewpartner für qualitative Interviews

### 5.1.3 Ergebnisse Pilotkunde 1

Ein Teil dieses Projektes ist die Erstellung eines Angebotes für zwei ausgewählte Bestandskunden. Dazu wurden, wie in Tabelle 2 ersichtlich, der Leiter der Betriebstechnik, der Logistikleiter und die Innovationsmanagerin interviewt. Der Leiter der Betriebstechnik hat uns durch die Anlage geführt und anschließend persönlich mit uns das Interview geführt. Der Logistikleiter und die Innovationsmanagerin wurden telefonisch interviewt. Nachfolgend ein kurzer Auszug über die wichtigsten Resultate aus den Interviews:

- Störfälle treten ohne ersichtlichen Grund auf
- Anlagenbereiche sind ohne Notwendigkeit in Betrieb
- Schlechte Überwachung der wartungsrelevanten Komponenten, im Speziellen:
  - OSR Riemen
  - OSR Umlenkrolle
- Keine Überwachung von Lebenszyklen der Bauteile
- Unübersichtliches Ersatzteilmanagement
- Störfallmeldungen auf mobilen Endgeräten nicht verfügbar
- Unzureichende Sicherheit bei Alleinarbeit in der Anlage
- Ungleichmäßige Auslastung auf der Anlage

Die genauen Ergebnisse aus den Interviews sind in Anhang B angeführt. Auf Basis dieser Resultate wurde, wie in Kapitel 6.1 ersichtlich, ein Leistungsumfang erstellt.

#### 5.1.4 Ergebnisse Pilotkunde 2

Auch für den zweiten Pilotkunden wurde ein Angebot erstellt und dazu im Vorfeld ein Interview mit den Betriebstechniker geführt. In Tabelle 2 sind auch ein weiterer Betriebstechniker und der Leiter der Betriebstechnik als Interviewpartner angeführt, sie wurden aber nicht mit dem Fragebogen interviewt. Der zweite Betriebstechniker hat bei einer Führung durch die Anlage auf einige Probleme aufmerksam gemacht, die für die Angebotserstellung berücksichtigt wurden. Herr Ansari (Customer Care Manager bei KSI) hat mit dem Leiter der Betriebstechnik über das Thema dieses Fragebogens gesprochen und auch diese Ansatzpunkte sind in das Angebot für Pilotkunde 2 eingeflossen, ohne diese Aussagen in die Auswertung der Fragebogen einfließen zu lassen. Die Antworten vom Betriebstechniker der persönlich interviewt wurde sind in Anhang B angeführt. Nachstehend sind die wichtigsten Resultate zusammengefasst:

- Störfälle treten ohne ersichtlichen Grund auf und werden seitens Knapp unzureichend analysiert
- Anlagenbereiche sind ohne Notwendigkeit in Betrieb
- Schlechte Überwachung der wartungsrelevanten Komponenten, im Speziellen:
  - OSR Riemen
  - OSR Umlenkrolle
  - Allgemeine Fördertechnik
- Keine Überwachung von Lebenszyklen der Bauteile
- Unübersichtliches Ersatzteilmanagement
- Störfallmeldungen auf mobilen Endgeräten nicht verfügbar
- Ungleichmäßige Auslastung auf der Anlage
- Keine interne Paketnachverfolgung möglich

Anhand dieser Punkte wurde der Leistungsumfang, der in Kapitel 6.2 angeführt ist, erstellt.



### 5.1.5 Outcome-Driven Innovation

Die quantitative Umfrage wurde, wie in Kapitel 4.2 beschrieben, mit Hilfe der Outcome-Driven Innovation Methode durchgeführt. An dieser Umfrage haben 26 Personen in einem Zeitraum von 08.08.2016 bis 30.09.2016 teilgenommen. Mit dem E-Insight System können aber ca. 1000 Personen erreicht werden und daher sind die 26 nicht genügend Personen, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. In Abbildung 21, der sogenannten Opportunity Landscape, ist daher nur das Gesamtergebnis der 26 Interviewpartner angeführt. Dabei kann man die Richtung erkennen, in die es mit dieser Methode gehen könnte, wenn man noch mehr Rückmeldungen bekommt.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Outcomes den Kategorien aus Anhang C zugeordnet.

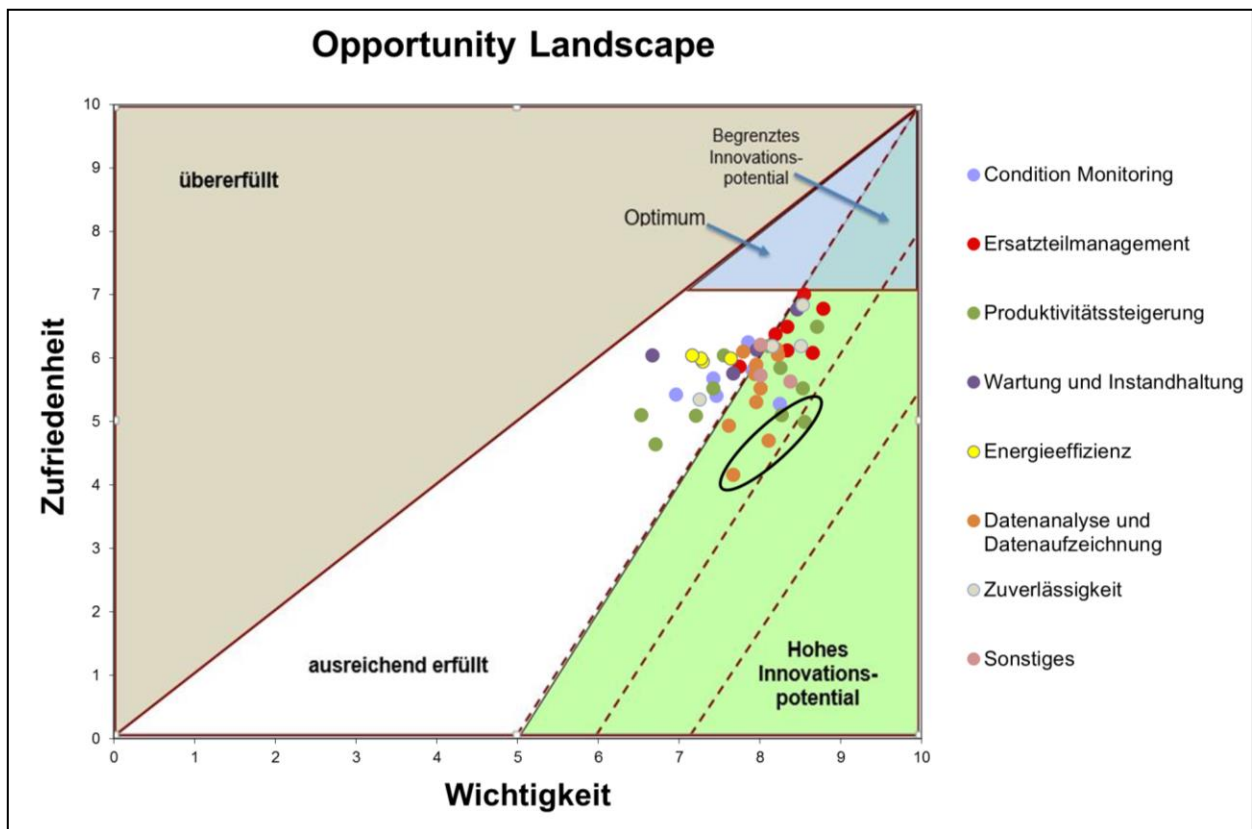


Abbildung 21: Opportunity Landscape den Kategorien zugeordnet

Die Opportunity Landscape zeigt einerseits, in welchen Bereichen das bestehende Service übererfüllt ist, und andererseits, in welchen Bereichen ein hohes Innovationspotential besteht. Knapp kann somit eindeutig ablesen, ob und bei welchen Services der Kunde mit den bestehenden Leistungen zufrieden ist und welchen dieser Services er eine hohe Wichtigkeit beimisst.

Der graue Bereich in Abbildung 21 spiegelt den Bereich wider, in dem die Services übererfüllt sind. Das heißt, dass die Outcomes in diesem Bereich eine hohe Zufriedenheit bei gleichzeitig geringer Wichtigkeit beim Kunden haben. Im grünen Teilbereich, finden sich jene Outcomes, die eine hohe Wichtigkeit, aber eine geringe Zufriedenheit aus Kundensicht haben, das ist der Bereich, in dem Services hohes Innovationspotential aufweisen.

Schwarz eingekreist sind jene drei Ergebnisse, welche das höchste Innovationspotential aufweisen. Dabei handelt es sich um folgende Outcomes:

- Optimierungsmöglichkeiten bei Auftragsspitzen (8.55 / 5.0)
- Incidentanalyse und Rückmeldung zu Fehlerursachen (8.1 / 4.7)
- VISU Darstellung auf verschiedenen Endgeräten (7.7 / 4.2)

Es gibt aber auch eine andere Möglichkeit der Zuordnung. Die Outcomes wurden den Paketen, die in Kapitel 5.2.3 erklärt sind, zugeordnet (siehe Abbildung 22). Es handelt sich dabei um die gleichen Outcomes wie in Anhang C, jedoch wurden diese anderen Kategorien zugeordnet.

Paket	Outcome
STATE	Zustandsdaten zu Elektromotoren
	Zustandsdaten zu Kugellagern
	Zustandsdaten zu Pneumatikteilen
	Zustandsdaten zu Riemen
	Zustandsabhängige Wartungsintervalle
	Anzeige der Schaltschranktemperatur im Leitstand
	Trendanalyse zur Planung von Wartungseinsätzen
	Trendanalyse zur Planung von Reparaturen/Sanierungen
	Dauer der Ersatzteilreperaturen
	Registrierung von Artikeln im Wareneingang
	Registrierung von Artikeln im Warenausgang
	Real-time Überwachung der Anlage
	Mechanische Belastbarkeit der Fördertechnik
STATE+	Kosteneffizienz des Ersatzteilmanagements
	Qualität des Ersatzteilnachbestellungsprozesses
	Aufwand für die Lagerverwaltung von Ersatzteilen
	Proaktive Hinweise zur Ersatzteilbeschaffung
	Ersatzteilverfügbarkeit am Anlagenstandort
	Verfügbarkeit der richtigen Ersatzteile
	Trendanalyse zur Planung von Reinigungseinsätzen
ECO	Teilabschaltung der Bereiche
	Einteilung der bei Bedarf abzuschaltenden Bereiche
	Drucküberwachung vom Kompressor bis zum Verbraucher
ECO+	Energieeffizienz der Anlage
OPTI	Gleichmäßige Auslastung der gesamten Fördertechnik
	Dauer des Pickvorgangs
	Fehlerfreie Pickingleistung
	Optimierungsmöglichkeiten bei Auftragsspitzen
	Verlässlichkeit der Kommissioniersysteme
	Technisches know-how des IT Personals in der Unternehmung
OPTI+	Früherkennung von Auftragsspitzen
	Nachvollziehbarkeit der Materialflusslogik
	Planung der Upgrades von Software
	Unterstützung bei der Lagerbestandsdatenanalyse für Produkte
VISU	EDV basierte Unterstützung für Wartungsmitarbeiter
	Störfallüberwachung mittels Kamerasystem
	Incidentanalyse und Rückmeldung zu Fehlerursachen
VISU+	Datendarstellung auf verschiedenen Endgeräten
	VISU Darstellung auf verschiedenen Endgeräten
	Aufzeichnung und transparente Auswertung von Störfällen
FLEX	Erkennen von/Reagieren auf Staus auf der Fördertechnik
	Technisches Know-how des Instandhaltungspersonals in der Unternehmung
FLEX+	Unterstützung bei der Umgestaltung vom Anlagenmaterialfluss
	Prognosen zur Durchsatzentwicklung
	Optimierungspotential der Anlagenleistung bei sich änderndem/n Geschäftsumfeld/Produkten/Losgrößen
	Überblick über die Durchsatzentwicklung
SAFE	Mitarbeitermotivationssystem
	Zugänglichkeit zu den Instandhaltungskomponenten
	Personennachweis über Einbau gewisser Komponenten nach Wartungs-/Instandhaltungsarbeiten

Abbildung 22: Outcomes den Paketen zugeordnet

Abbildung 23 zeigt die Opportunity Landscape, bei der die Outcomes den Paketen zugeordnet wurden.

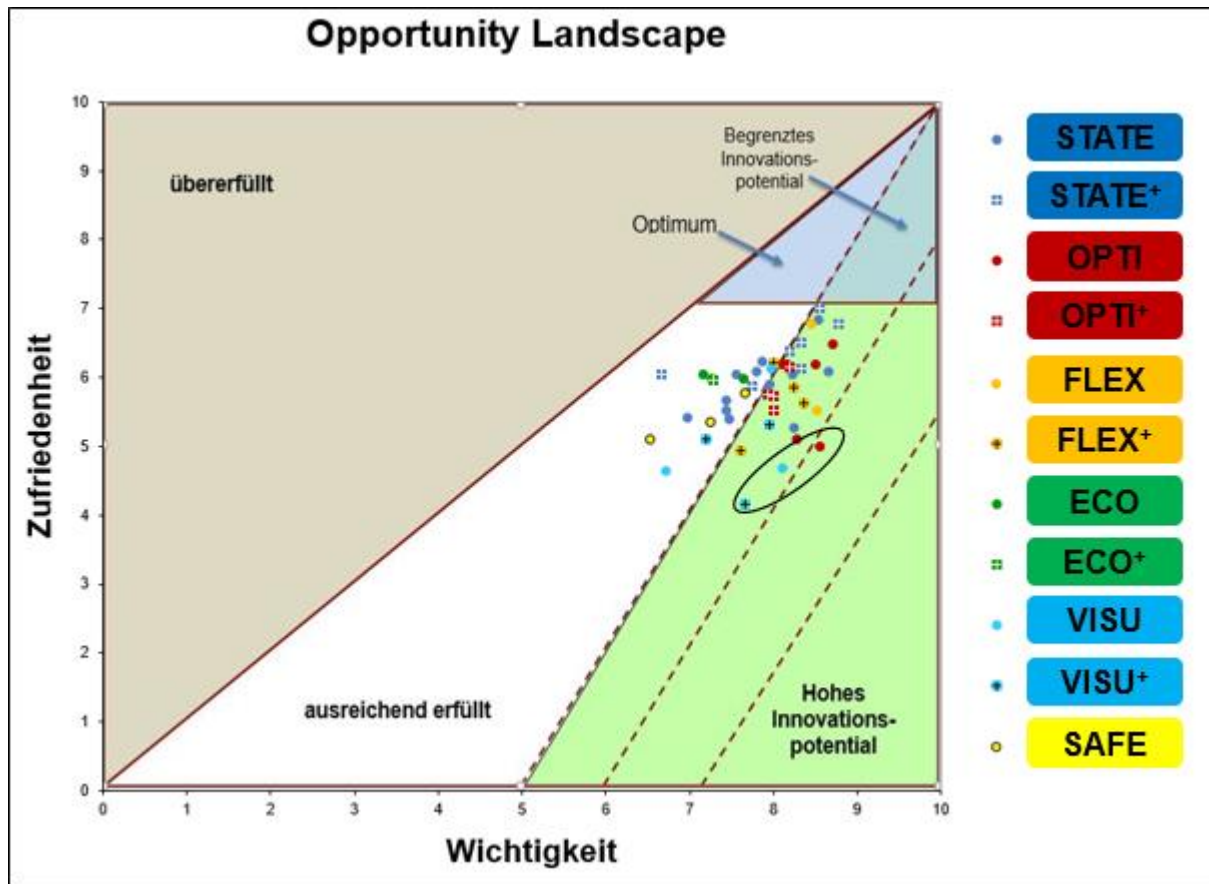


Abbildung 23: Opportunity Landscape den Paketen zugeordnet

Durch die andere Zuordnung können den Outcomes aufgrund der Pakete schon Problemlösungen zugewiesen werden. An den drei Outcomes mit dem höchsten Innovationspotential sind beispielhafte Lösungen aus den jeweiligen Paketen angezeigt:

- Paket **OPTI**: Optimierungsmöglichkeiten bei Auftragsspitzen (8.55 / 5.0): Real time Auswertung der Anlage zeigt Handlungsmöglichkeiten
- Paket **VISU**: Incidentanalyse und Rückmeldung zu Fehlerursachen (8.1 / 4.7): Automatisches Problemmanagement bzw. transparente Auswertung von Problemen
- Paket **VISU+**: Darstellung auf verschiedenen Endgeräten (7.7 / 4.2): Mobile Verfügbarkeit der Anlage inklusive Push-Nachrichten bei Störfällen ist zentrales Thema

Mit den Ergebnissen aus dieser Umfrage lassen sich zukünftige Services und Produkte im Einklang mit den Bedürfnissen der Kunden generieren. Es ist außerdem möglich, sobald genügend Rückmeldungen vorliegen, die Ergebnisse nach unterschiedlichen Branchen oder nach Anlagentyp zu unterteilen. Diese Möglichkeiten bieten aussagekräftigere Ergebnisse, da nicht alle Outcomes in verschiedenen Branchen/Anlagen die gleiche Bedeutung haben.

## **5.2 Gesamtkonzept**

Aus der Definition von Industrie 4.0 und auch aus den Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Lagerlogistik wird sehr schnell klar, dass es sich um eine große Menge von Daten handelt. Diese Daten müssen auf der einen Seite gesammelt und auf der anderen Seite auch verarbeitet bzw. analysiert werden, um einen Mehrwert zu schaffen. Mit dem in diesem Kapitel vorgestellten Gesamtkonzept hat die Knapp Systemintegration GmbH die Möglichkeit, Potentiale in ihrer eigenen Unternehmung zu erkennen und anhand des beschriebenen Modells weitere Schritte in die Wege zu leiten. Außerdem werden unterschiedliche Geschäftsmodelle vorgestellt, die Knapp Möglichkeiten aufzeigen, wie sie ihr Gesamtkonzept verkaufen könnten.

### **5.2.1 Business Models**

Für die Knapp Systemintegration GmbH wurden aus dem Buch „Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator“, 16 relevante Business Models ausgewählt, die mit einer kurzen Beschreibung in Abbildung 24 dargestellt sind.

<b>Add-on</b> Sehr günstiges Basisprodukt; viele vom Kunden wählbare Zusatzleistungen; Kunde hat den Vorteil, das Produkt individuell für sich zusammenzustellen;	<b>Leverage Customer Data</b> Der Kunde zahlt für die Erhebung und Verarbeitung von Daten; Dem Kunden werden Entscheidungsgrundlagen auf Datenbasis geliefert;	<b>Pay per use</b> Der Kunde zahlt nur die tatsächlich in Anspruch genommene Leistung; Kunde hat den Vorteil einer hohen Kostentransparenz und Steuerbarkeit;	<b>Rent instead of buy</b> Kunde kauft das Produkt nicht, sondern mietet es; Kunde kann durch Entfall der Anschaffungskosten und den niedrigeren Mietpreis Produkt nutzen;
<b>Flatrate</b> Pauschalpreis zur uneingeschränkten Nutzung sämtlicher Features; Kunde hat den Vorteil der Kostenkontrolle und des uneingeschränkten Konsums;	<b>Long-Tail</b> Möglichkeit der Differenzierung durch das Anbieten eine langen Liste an Nischenprodukten; Kunde hat den Vorteil, aus einer Vielzahl an Möglichkeiten zu wählen;	<b>Pay what you want</b> Der Preis für eine Leistung wird vom Kunden festgelegt;	<b>Revenue sharing</b> Der Kunde teilt einen Anteil des Umsatzes, welcher durch die Produkte generiert wird; Dadurch sind langfristige Partnerschaften möglich;
<b>Freemium</b> Basisprodukt wird gratis zur Verfügung gestellt; Für gewählte Erweiterungen zahlt der Kunde; Vorteil für den Kunden sind die geringen „Kennenlern-Kosten“;	<b>Make more of it</b> Bezeichnet das Anbieten von Unternehmens-Know-How an andere Unternehmen;	<b>Performance-based contracts</b> Der Preis wird auf Basis einer festen Ergebnisgröße festgelegt, unabhängig von der Intensität der Nutzung des Produkts;	<b>Solution provider</b> Der Kunde kauft nicht nur einzelne Produkte sondern Gesamtlösungen; Kunde hat den Vorteil eines „Rund-um-sorglos-Pakets“;
<b>Guaranteed Availability</b> Der Kunde zahlt nicht für das Eigentum eines Produkts, sondern für dessen Verfügbarkeit;	<b>Mass Customization</b> Individuelle Anpassung des Produkts an die Kundenbedürfnisse bei standardisierten Einzelmodulen;	<b>Razor and blade</b> Das Basisprodukt wird günstig angeboten, Komplementärprodukte welche zur Nutzung des Basisprodukts benötigt werden, sind teurer;	<b>Two-sided market</b> Basierend auf dem indirekten Netzwerkeffekt generiert das Unternehmen Umsatz durch das Zusammenbringen zweier Kundengruppen;

■ ... Kurzfristig empfohlen  
■ ... Mittelfristig möglich  
■ ... Langfristig denkbar

Abbildung 24: Ausgewählte Business Modelle<sup>174</sup>

Die grün, gelb und rot eingefärbten Modelle sind bereits in Kapitel 3 genau beschrieben und stellen jene Business Modelle dar, die Knapp für die Umsetzung des Gesamtkonzepts empfohlen werden.

Die Entwicklungsmöglichkeiten ergeben sich aus den sechs ausgewählten Modellen, wie in Abbildung 25 dargestellt.

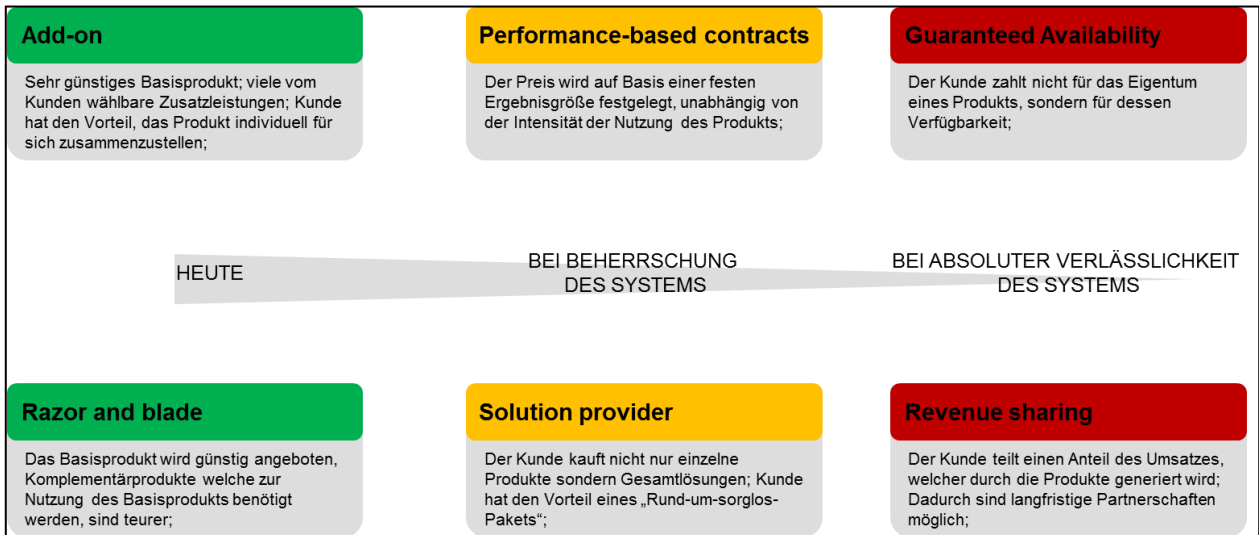


Abbildung 25: Entwicklungsmöglichkeiten des Knapp – Service Business Modells

<sup>174</sup>vgl. Gassmann u.a. (2013)

Vorrangig und für die sofortige Umsetzung empfehlen sich die in Kapitel 3.4 und Kapitel 3.5 beschriebenen Modelle „Add-on“ und „Razor and blade“. Sobald Knapp das System beherrscht, wäre es möglich die in den Kapitel 3.6 und Kapitel 3.7 beschriebenen Modelle „Performance-based contracts“ und „Solution provider“ anzubieten. Bei absoluter Verlässlichkeit des Systems können dann die Modelle „Guaranteed Availability“ aus Kapitel 3.8 und „Revenue sharing“ wie in Kapitel 3.9 angedacht werden.

### 5.2.2 Zielparameter

Als wichtigste Größe für die Anlage wurde die Verfügbarkeit identifiziert. Mit Hilfe des in Kapitel 5.2.3 erklärten Gesamtkonzepts, soll die Verfügbarkeit der Anlage erhöht werden.

Unter Verfügbarkeit der Anlage wird die Summe der gewichteten Störungsdauern zu der maximal möglichen Betriebszeit verstanden. Abbildung 26 zeigt für einen Bestandskunden jene Bereiche, in denen die Verfügbarkeit eine Rolle spielt. Dabei wurde beispielhaft für den Bereich OSR die genaue Aufschlüsselung angeführt.

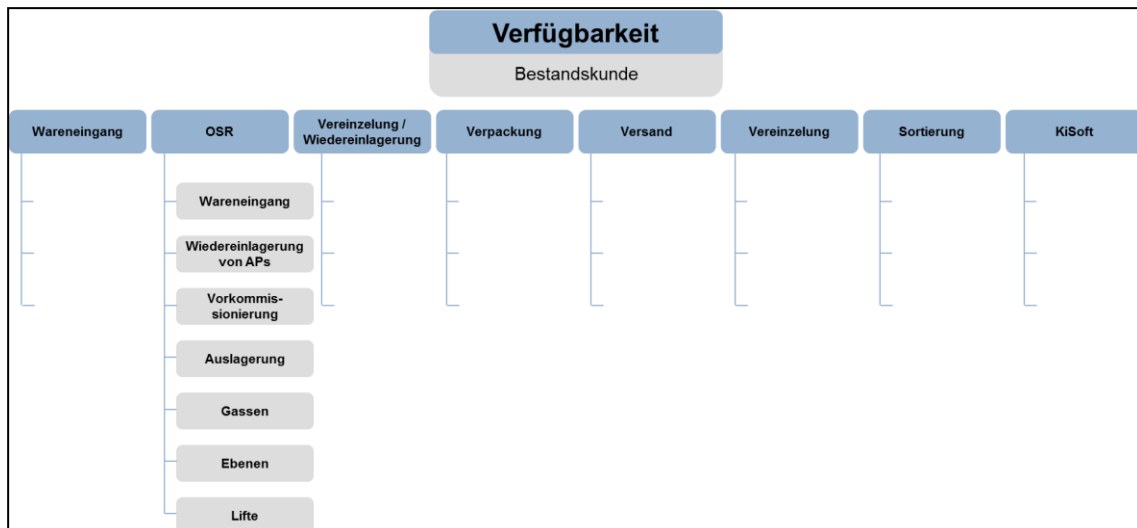


Abbildung 26: Verfügbarkeit bei einem Bestandskunden

### 5.2.3 Basis-Struktur

Die Basis-Struktur des Gesamtkonzepts stellt sich, wie in Abbildung 27 gezeigt, dar. Dieses Konzept wurde auf den Begriffsstufen von Wissen nach Rehäuser/Krcmar aufgebaut.<sup>175</sup>

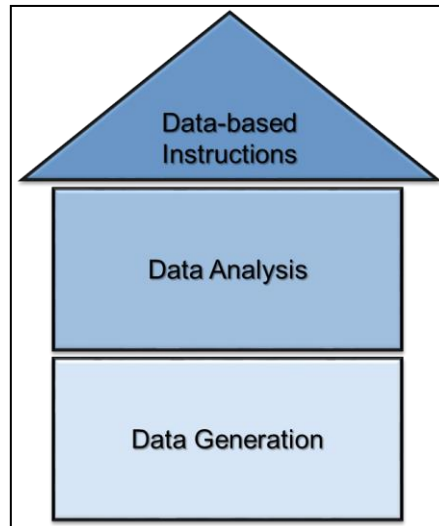


Abbildung 27: Basis-Struktur des Gesamtkonzepts

In der ersten Stufe „Data Generation“ geht es darum Daten zu sammeln und verfügbar zu machen. Es soll eine historische Datenbasis von Anlagen-, Prozess- und Auftragsdaten aufgebaut werden und somit ein Datensilo für Knapp entstehen.

Die zweite Stufe „Data Analysis“ befasst sich mit der Analyse der Daten und der Aggregation zu Informationen. Dabei sollen zB Zustandsdaten der Anlage angezeigt werden bzw. ein Überblick über die aktuellen Prozesse auf der Anlage geschaffen werden. All diese Informationen sind gegenwartsbezogen.

„Data-based Instructions“ ist die letzte Stufe der Basisstruktur, in der die gesammelten Informationen zu Wissen zusammengeführt werden. Dabei sollen Handlungsanleitungen und Trendanalysen für die Zukunft entstehen. Aufgrund der generierten Informationen in Stufe zwei können in Stufe drei zukünftige Informationen abgeleitet werden.

Zusammengefasst liegt der Fokus der Basis-Struktur bzw. des Gesamtkonzepts auf dem Sammeln, Auswerten und Aufbereiten von Daten.

---

<sup>175</sup> vgl. Rehäuser/Krcmar (1996), S. 6



### 5.2.3.1 Business-Model für Gesamtkonzept

Eine Möglichkeit die Basis-Struktur bzw. das Gesamtkonzept zeitnahe an den Kunden verkaufen zu können wird in Abbildung 28 dargestellt.

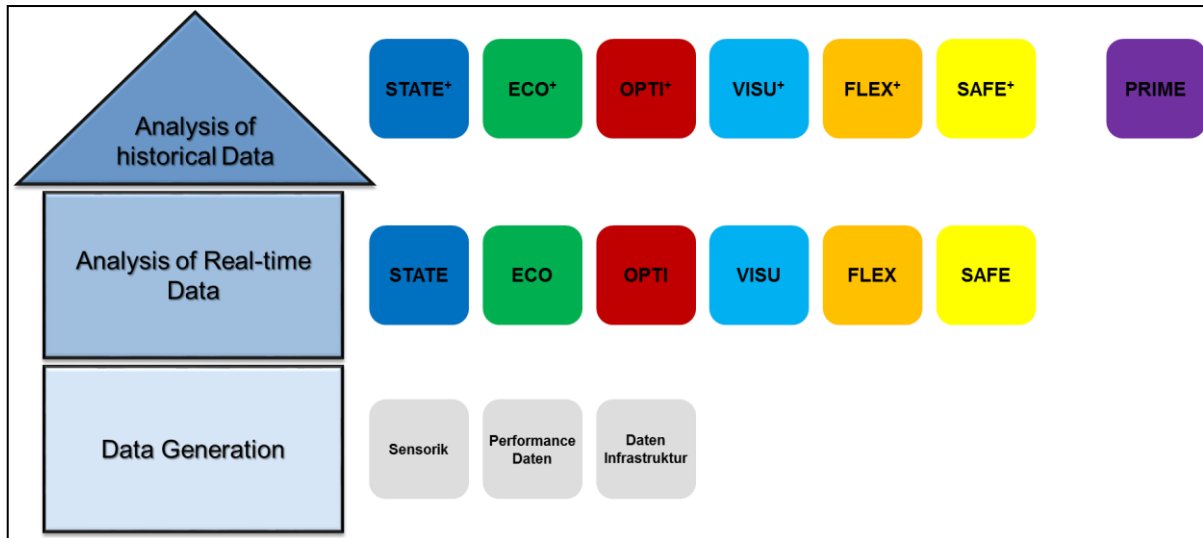


Abbildung 28: Vorschlag Business-Model

Für diesen Vorschlag wurde das „Add-on“ Model aus Kapitel 3.4 ausgewählt. Dabei bekommt der Kunde die Sensorik und eine erweiterbare Daten Infrastruktur-Grundausstattung sehr günstig - geringfügig über den Knapp Selbstkosten - installiert. Zusätzlich erhält er STATE aus der zweiten Stufe und kann somit bereits mit dem ersten Paket den aktuellen Zustand seiner Anlage überwachen.

Aus den weiteren Paketen ECO, FLEX, SAFE und OPTI kann er frei wählen, jedoch werden ihm diese zusätzlich verrechnet.

Möchte er ein Upgrade auf die +Pakete, so muss er die Erweiterung der Daten Infrastruktur für jedes gewählte Paket bezahlen. In der dritten Stufe ist auch das Paket PRIME angeführt, mit dem der Kunde schließlich eine garantierte Verfügbarkeit auf Produktbasis erhält.

### 5.2.3.2 Data Generation

Wie in Abbildung 29 ersichtlich, gliedert sich der Bereich Data Generation in Sensorik, Performance Data und Daten-Infrastruktur und soll dem Kunden sehr günstig angeboten werden.

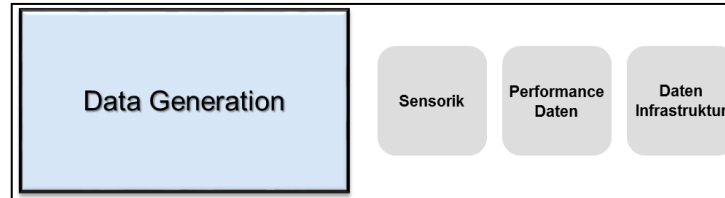


Abbildung 29: Konzeptteile Data Generation

Mit Hilfe von Sensorik sollen unter anderem folgende Anlagenteile überwacht werden:

- OSR-Riemenspannung mittels Kraftsensor
- OSR-Riemenlauf mittels zB Lichtband
- Schaltschrank- und Lagertemperatur
- Motorzustände mittels Leistungswächter
- Lagerzustände mittels Vibrationssensor

Unter Performance-Daten sollen sowohl logistische als auch technische Performancedaten abgefragt werden.

Logistische Daten	Technische Daten
Druckdaten	Storage
Hostkommunikation	Counts
Kundenauftragsdaten	
Behälterbewegungen	
Bestandsbewegungen	
Pick-History	
Versanddaten	
Daten zu Kommissionierung, Transporten, Nachschüben und Total Stock	

Tabelle 3: Performance-Daten

In der Basislösung wird auch die Daten-Infrastruktur angeboten. Knapp-Kunden generieren zurzeit eine Datenmenge von ca. 500MB – 1GB / Kunde. Nach der Implementierung von weiterer Sensorik (Condition Monitoring) und durch zusätzliche Prozessdaten könnte der Datenstrom weiter steigen. Knapp möchte alle Kundendaten / Prozessdaten konsolidieren und archivieren, um in späterer Folge die Rohdaten nutzen zu können. Dabei können zB Trends erkannt werden und dem Kunden auch Optimierungspotentiale in allen Lagerbereichen aufgezeigt werden.

Da es zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich ist den zukünftigen Datenstrom abzuschätzen, gibt es diverse Eventualitäten für die Datengenerierung und Datenspeicherung.

Eine Möglichkeit stellt die Zusammenarbeit mit einem unabhängigen IT Service Provider wie dem Raiffeisen Rechenzentrum (RRZ) dar (siehe Abbildung 30). Dieser IT Service Provider garantiert die sichere Speicherung und Konsolidierung der Rohdaten, welche dann in einem kollektiven Rohdatenarchiv gesammelt werden. Die Installation von NETAPP würde ca. € 10.000,- / Kunde für 36 Monate Wartung kosten. In diesem Fall könnte man den Knapp Server mit dem Server der RRZ „verheiraten“. Knapp wäre hierbei die Drehscheibe für alle Daten, die entweder synchron oder auch asynchron vom Kunden übertragen werden. Die Software für die Verarbeitung der Live-Analyse könnte wahlweise beim Kunden oder bei Knapp laufen. Hierfür müsste eine adäquate Internetverbindung zwischen den diversen Kunden und Knapp installiert werden.

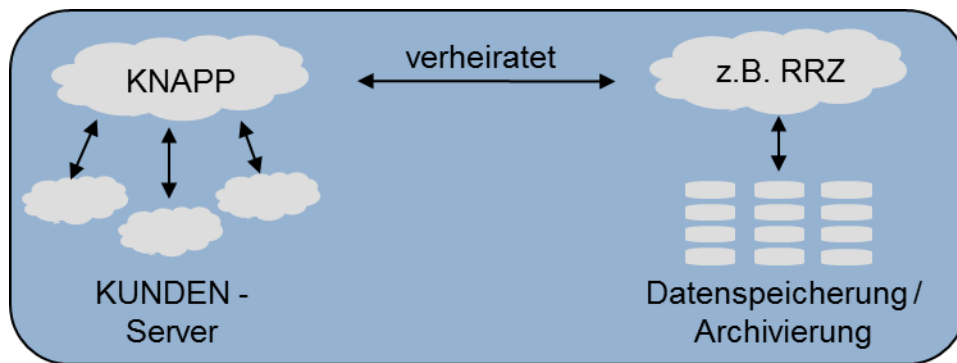


Abbildung 30: Möglichkeit der Dateninfrastruktur

### 5.2.3.3 Analysis of Real-time Data

Die zweite Stufe Analysis of Real-time Data unterteilt sich in die Pakete STATE, ECO, FLEX, SAFE, OPTI und VISU. (siehe Abbildung 31) Dabei werden bei den jeweiligen Paketen den Kunden Echtzeitdaten über seine Anlage zur Verfügung gestellt.

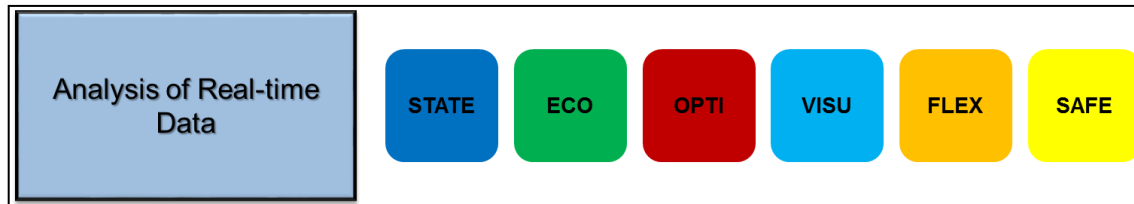


Abbildung 31: Konzeptteile Analysis of Real-time Data

Unter **STATE** wird das Condition Monitoring der gesamten Anlage verstanden. OSR-Lifte, E-Motoren, Schaltschränke, Lager etc. werden mit Hilfe von Sensoren real-time überwacht. Dadurch erhält der Kunde einen Überblick über den aktuellen Anlagenzustand und bei der Überschreitung von Grenzwerten, werden Alarme ausgelöst. Durch die Definition von Grenzwerten wird auf Fehlfunktionen der Anlage aufmerksam gemacht, die durch die Alarmauslösung sofort lokalisiert und behoben werden können. Nachfolgend einige Beispiele für Outputs in diesem Paket:

- Zustand des OSR-Riemens (Spannung, Lage)
- Zustand der Lager
- Zustand der Motoren
- Schaltschrank- und Lagertemperaturen

Im Paket **ECO** geht es um die Steigerung der Energieeffizienz in der gesamten Anlage. Zunächst werden Bereiche, die nicht in Betrieb sind, abgeschaltet, um dadurch unnützen Energieverbrauch zu reduzieren. Außerdem werden pneumatische Anlagenteile überwacht, um Leckagen früher festzustellen (Durchflusssensoren).

Beispiele für Outputs aus Eco sind:

- Energieverbrauch pro Stunde
- Energieverbrauch pro Tag
- Energieverbrauch pro definierter Komponente
- Druckluftverbrauch pro Stunde/Tag/Anlagenbereich

Unter **OPTI** wird die Optimierung der Anlage hinsichtlich ihrer aktuellen Auslastung verstanden. Dabei wird in Real-time die Anlagenauslastung ermittelt und etwaige Bottlenecks in der Anlage werden identifiziert. Der Kunde weiß, wie hoch die Auslastung an unterschiedlichen Stellen der Anlage aktuell ist, und bekommt entsprechende Reaktionsmöglichkeiten vorgeschlagen. Nachfolgend sind Beispiele für die Outputs von OPTI angeführt:

- Kenntnis von aktuellen Auslastungsproblemen im Lager
- Vorschlag von Reaktionsmöglichkeiten (zB Personalverstärkung, Ablaufplanung etc.)

Unter **VISU** wird die Visualisierung der Anlage und Features verstanden, die dem Kunden eine Lokalisierung von Störfällen sowie eine Nachverfolgbarkeit von Bestellungen ermöglichen sollen. Dabei werden sämtliche Informationen im zentralen Leitstand der Anlage angezeigt. Beispiele für Outputs aus VISU sind:

- Materialflussnachverfolgbarkeit
- Staubilder von der Anlage, um Handlungsbedarf zu identifizieren

Unter **FLEX** wird die Steigerung der Flexibilität des Kunden im Umgang mit unvorhergesehenen Ergebnissen wie zB Staus, Änderungen der Auftragslage, Ausfall von Anlagenteilen etc. verstanden. Im Gegensatz zu OPTI wird hier die Anlage nicht optimiert, sondern die Flexibilität des Kunden in seiner Reaktionsfähigkeit erhöht. Beispiele für die Outputs von FLEX sind:

- Live Stauererkennung (Know Center)
- Live Erkennung von Auftragsspitzen
- Real-time Berücksichtigung von High-Priority Kundenaufträgen

Unter **SAFE** wird eine Erhöhung der Arbeitssicherheit und des Arbeitskomforts der Mitarbeiter im Lager verstanden. Dabei wird zunächst versucht, möglichen Gefahren, welchen die Mitarbeiter im Lager in den unterschiedlichen Bereichen ausgesetzt sein könnten, durch technische Hilfsmittel entgegenzuwirken. Beispiele für Outputs aus SAFE sind:

- Not-Signal-Anlage
- Assistenzsysteme zur Steigerung der Ergonomie/ Erleichterung von Hebevorgängen

### 5.2.3.4 Analysis of historical Data

Im dritten Bereich werden die +Pakete sowie das Paket PRIME angeboten (siehe Abbildung 32). Dazu muss die Dateninfrastruktur erweitert werden, um auch historische Daten sammeln zu können. Auf Basis dieser Daten können dann zukünftige Entwicklungen der Anlage vorhergesagt werden.

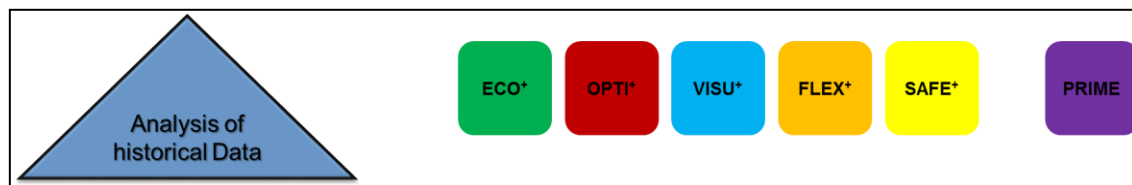


Abbildung 32: Konzeptteile Analysis of historical Data

Unter dem Paket **STATE+** wird das Condition-Based Maintenance der gesamten Anlage verstanden. Die Daten, die bei STATE bereits in Real-time erhoben und verfügbar gemacht werden, werden hier durch Trendanalysen weiterverarbeitet, um nicht nur den aktuellen Anlagenzustand zu beschreiben, sondern auch dessen Entwicklung in Zukunft zu prognostizieren. Dadurch muss der Kunde nicht mehr reagieren, sondern ist in der Lage proaktiv zu agieren. Dabei können zB folgende Outputs generiert werden:

- Instandhaltungsanleitungen für diverse Anlagenteile
- Ersatzteilmanagement
- Trendanalysen der Anlagenzustände

Unter **ECO+** wird eine Erweiterung von ECO verstanden. Zusätzlich zu den Bereichsabschaltungen und der Aufzeichnung des Energieverbrauches werden hier regelmäßige Audits beim Kunden von KNAPP-Energieexperten durchgeführt, welche Energieeffizienzpotentiale beim Kunden auf Gesamtanlagenbasis erheben und in Form von Berichten übergeben. Diese Experten setzen beim Kunden auch einen KVP Prozess auf und erarbeiten mit dem Kunden gemeinsam mögliche Aktionen, um die Energieeffizienz weiter zu steigern.

Bei **OPTI+** wird unter Verwendung von historischen Anlagendaten eine Optimierung der Auslastung der Anlage durchgeführt. Das System befähigt den Kunden wieder proaktiv in seinen Handlungen zu sein. Er muss also nicht mehr kurzfristig auf Auslastungsengpässe reagieren, sondern hat durch OPTI+ eine deutlich gesteigerte Planbarkeit.

Unter **VISU+** wird die Erweiterung von VISU verstanden. Hierbei werden Anlageninformationen nicht nur zentral am Leitstand angezeigt, sondern können auf beliebig vielen mobilen Devices zur Verfügung gestellt werden.

Unter **FLEX+** wird eine Erweiterung von FLEX um die Berücksichtigung von historischen Daten verstanden. Damit ist es dem Kunden wiederum möglich, nicht nur auf Ereignisse zu reagieren, sondern proaktiv in der Planung unterschiedliche Stellhebel zu betätigen und so noch flexibler auf diverse Änderungen / Ereignisse vorbereitet zu sein. Damit wird seine Planbarkeit erneut gesteigert.

Beispiele für Outputs aus FLEX+ sind:

- Proaktive Stauvermeidung
- Proaktive Berücksichtigung von Kundendaten

Unter **SAFE+** wird die Erweiterung von SAFE verstanden. Ähnlich wie bei ECO+ werden hier in regelmäßigen Abständen Audits von KNAPP-Sicherheitsexperten durchgeführt und die Anlage ständig auf eventuelle Gefährdungspotentiale hin untersucht. Gemeinsam mit dem Kunden wird dann wieder nach einer KVP Logik die Arbeitssicherheit und Ergonomie der Arbeitsprozesse beim Kunden verbessert.

**PRIME** ist als Zusatzpaket die höchste Stufe des KNAPP Service 4.0 Konzepts. Hierbei wird dem Kunden durch Integration von Kundenauftragsdaten und Angaben von Kampagnenwechseln oder High-Priority Kunden und dergleichen eine hohe Verfügbarkeit auf Produktbasis garantiert. Sprich die Verfügbarkeit wird nicht mehr nur für die Gesamtanlage garantiert, sondern für jeden einzelnen Artikel im Lager. Dazu müssen z.B. Kampagnenwechsel durch den Kunden eingegeben werden. Das System weiß dann auf Grund von historischen Daten, welche Artikel mit hoher Wahrscheinlichkeit durch damit verbundene Preisreduktionen stärkeren Absatz finden werden und lagert diese automatisch in Zellen mit hoher Verfügbarkeit um. Zusätzlich müssen dann einzelne andere Pakete durchgeführt werden (STATE+, FLEX+, OPTI+), damit die hohe Verfügbarkeit auch wirklich gewährleistet werden kann.

## **6 Anwendung des Konzepts auf ausgewählte Kunden**

Auf Basis der wichtigsten Interviewresultate aus Kapitel 5.1.3 und Kapitel 5.1.4 wurde mit Hilfe des Gesamtkonzepts ein Leistungsumfang, sowohl für Pilotkunden 1 als auch für Pilotkunden 2, definiert. Dieser ermöglicht es der Knapp Systemintegration GmbH konkrete Lösungen für die Probleme der beiden Kunden auf Basis von Industrie 4.0 Anwendungen anzubieten. Dieses Kapitel erläutert sowohl die Probleme der Kunden als auch die gefundenen technischen Lösungen, die in Zukunft den beiden Kunden angeboten werden können.

### **6.1 Leistungsumfang Pilotkunde 1**

Die Angebotspunkte für Pilotkunde 1 sind in Abbildung 33 übersichtlich dargestellt und den jeweiligen Leistungspaketen aus dem Gesamtkonzept zugeordnet. Die detaillierte Beschreibung der Probleme und der technische Lösungsansatz sind in weiterer Folge beschrieben.



Angebotspunkte für Pilotkunde 1						
Leistungspakete	Problembeschreibung	Technischer Lösungsansatz	Kosten / Einheit*	Einheiten / Anlage	Gesamtkosten	
STATE	OSR Umlenkrolle - Ausgeschlagener Lagersitz	Vibrationssensor am Lager				
		ohne Verstärker	ca. 150-300€	40# (2# / Lift)	ca. 6.000-12.000€	
		mit Verstärker	ca. 200-500€	40#	ca. 8.000-20.000€	
	OSR Riemen - Spannungsabfall	Var. 1 - Kraftsensor am Gurt-Ende				
		Kraftaufnehmer (Zug)	ca. 450-550€	20# (1# / Lift)	ca. 9.000-12.000€	
		Verstärker	ca. 650€	20#	ca. 13.000€	
		Auswerte-/Netzeinheit	ca. 200€	20#	ca. 4.000€	
		Var. 2 - Laser-Abstandssensor zur Frequenzmessung				
		Messkopf	ca. 650€	20# (1# / Lift)	ca. 13.000€	
		Verstärker	ca. 400€	20#	ca. 8.000€	
	OSR Riemen - Schiefelauf	Var. 1 - Lichttaster / Lichtschranke				
		Lichttaster	ca. 130€	80 (120)#	ca. 10.400-15.600€	
		Var. 2 - Lichtband				
		Lichtbandsensor	ca. 450€	20# (1# / Lift)	ca. 9.000€	
		Verstärker	ca. 300€	20#	ca. 6.000€	
Auswerte-/Netzeinheit		ca. 300€	20#	ca. 6.000€		
Var. 3 - Laser-Abstandssensor						
Ventile - Lebensdauer	Messkopf	ca. 650€	20# (1# / Lift)	ca. 13.000€		
	Verstärker	ca. 400€	20#	ca. 8.000€		
	Auswerte-/Netzeinheit	ca. 300€	20#	ca. 6.000€		
Fahr- / Hubantrieb - Zeitintensive Reparatur	Schaltspielüberwachung				ca. 3.500€	
	Überwachung der Antriebe				Anfrage bei MLOG	
ECO	Bereichsabschaltung installiert, jedoch nicht implementiert	Workshop zur Optimierung von Bedarfsabschaltung			ca. 4.000€	
OPTI	Ungleichmäßige Auslastung in den OSR Gassen	Optimierung der Software im WCS			ca. 11.200€	
VISU	Lokalisierung von Störfällen schwierig	Einbindung von Kameras in VISU			ca. 5.000€	
	Störfallmeldungen sind nur im Leitstand sichtbar	Anlagenevents mobil verfügbar machen			ca. 5.000€	
SAFE	Bedenken hinsichtlich Arbeitssicherheit	Installation einer Not-Signal Anlage			ca. 7.500€	
FLEX	Durch Staus auf der Anlage kommt es zu Performance-Einbußen	Stauerkennung in Echtzeit			ca. 15.700€	
		Stauvorhersage			ca. 20.500€	
		Proaktive Stauvermeidung			TBD	

Abbildung 33: Übersicht der Leistungen für Pilotkunde 1

\*reine Anhaltsgröße, um eine Vorstellung des Preisbereichs diverser Systeme abschätzen zu können (Preise aus Hersteller-Angeboten oder von div. Online-Anbietern). Sämtliche Preise sind gerundete bzw. gemittelte Anbieter-Preise ohne Preisnachlass und ohne mögliche zusätzliche Kosten wie Versand, Inbetriebnahme oder benötigtes Spezialzubehör etc. sowie ohne sämtliche Montagekosten, also ohne Montagezeit und ohne Montagematerial.

### 6.1.1 Condition Monitoring

#### Allgemein:

Dieser Punkt des Leistungsumfanges für das Angebot wurde auf die Punkte OSR Lift, Schaltspielüberwachung von Pneumatikteilen, Elektromotoren und Überwachung von Subgewerken eingeschränkt. Diese Teile des Angebots werden dem Leistungspaket STATE zugeordnet.

### **6.1.1.1 OSR Umlenkrolle**

*Ein Problem beim OSR Lift ist die Lagerung der Umlenkrolle. Es kommt häufig vor, dass der Lagersitz ausgeschlagen wird und er dadurch nicht mehr die gewünschte Stabilität bietet. Nach derzeitigem Stand wird dieses Problem erst dann erkannt, wenn der Riemen schon verläuft, dadurch Spannung verliert und für das Nachspannen die Anlage abgestellt werden muss.*

#### Lösungsansatz:

Mit Hilfe von Condition Monitoring kann man bei diesem Problem durch den Einbau von Sensorik eine Früherkennung ermöglichen.

#### Technische Lösung:

Nach Rücksprache mit dem Senior Business Process Manager der Knapp AG wurde für die technische Lösung ein externes Projekt an die Montanuniversität Leoben vergeben, die Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich des richtigen Einbaus testet. Außerdem ist eine Darstellung der erfassten Daten ein weiterer Teil dieses Projektes.

Nach Rücksprache mit der Montanuniversität in Leoben wurden Angebote zu Vibrationssensoren eingeholt, die bei diesem Problem Abhilfe schaffen sollen. Auch die Überwachung mit Hilfe von Temperatursensoren wurde angedacht, jedoch schnell verworfen, da die Umlenkrolle nicht rund um die Uhr in Betrieb ist und deshalb keine Erkenntnisse aus Temperaturwerten gezogen werden können.

Da auch das Problem von einem Riemenschiefelauf erwähnt wurde und das nicht immer zwingend mit einem Schaden des Lagers zusammenhängt, ist eine Riemen – Schiefelaufüberwachung mit Hilfe von Lichtschranken angedacht. Dabei wurden drei verschiedene Varianten überlegt, die erst getestet werden müssen, um ein optimales Ergebnis erzielen zu können. Diese Sensoren wurden bereits bestellt und sollen demnächst getestet werden. Am Ende dieses Projektes wurde gerade über die Einbaumöglichkeiten für den Testaufbau gesprochen.

#### Kundenbenefits:

- Reduktion der Ausfallszeit
- Reduktion der Wartungszeit
- Erhöhung des Durchsatzes

### **6.1.1.2 OSR Riemen**

*Das wahrscheinlich größte Problem beim OSR Lift ist der Riemen. Es kommt sehr häufig zu einem Spannungsabfall. In regelmäßigen Abständen muss ein Mitarbeiter die Spannung des Riemens überprüfen, und sollte diese nicht mehr gegeben sein, muss er diesen händisch nachspannen. In der Anlage von Pilotkunde 1 gibt es 2 Lifte, die ein- und auslagern können, jedoch muss der Mitarbeiter bei Wartungen des Riemens beide Lifte abschalten. Die Wartung an sich kostet sehr viel Zeit, und da in dieser Zeit ein normaler Betrieb nicht möglich ist, ist es für den Kunden wichtig solche Reparaturen im Vorhinein planen zu können.*

#### Lösungsansatz:

Auch in diesem Punkt wird Condition Monitoring helfen. Durch Sensoren für eine Echtzeit-Spannungsüberwachung des Riemens können die Mitarbeiter in Zukunft die Instandhaltungsmaßnahmen besser planen.

#### Technische Lösung:

Nach Rücksprache mit dem Senior Business Process Manager der Knapp AG wurde auch für diesen Punkt ein externes Projekt an die Montanuniversität Leoben vergeben, die Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich des richtigen Einbaus testet. Außerdem ist eine Darstellung der erfassten Daten ein weiterer Teil dieses Projektes.

Nach Rücksprache mit der Montanuniversität Leoben ist die Spannungsüberwachung beim Riemen von großer Bedeutung. Dabei sollen für die Spannungsüberwachung Kraftsensoren eingebaut werden, da für diesen Einbau der Eingriff ins bestehende System am geringsten ist. Auch hier gibt es zwei verschiedene Varianten, die erst bestellt und in weiterer Folge getestet werden müssen.

#### Kundenbenefits:

- Reduktion der Ausfallszeit
- Reduktion der Wartungszeit
- Erhöhung des Durchsatzes

### **6.1.1.3 Schaltspielüberwachung Ventile**

*In einer Anlage sind sehr viele Ventile verbaut, die nach Herstellerangaben bis zu einer bestimmten Schaltspielzahl problemlos funktionieren sollen. Diese Ventile schalten sehr oft, sodass es für die Instandhaltungsmitarbeiter momentan kaum möglich ist eine Prognose abzugeben, wann es vernünftig wäre ein Ventil zu tauschen. Außerdem entsteht aufgrund beschädigter Ventile ein erhöhter Energieverbrauch.*

#### Lösungsansatz:

Durch eine Schaltspielüberwachung kann der Mitarbeiter jederzeit die Anzahl der Schaltspiele überprüfen und dadurch die Instandhaltungsintervalle optimieren. Es ist daher auch möglich einem erhöhten Energieverbrauch vorzubeugen, da Ventile bereits, bevor sie beschädigt werden, getauscht werden.

#### Technische Lösung:

Mit Hilfe der überall vorhandenen speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) können diese Schaltspiele aufgezeichnet werden. Die Ventile sind an die SPS angebunden und durch Flankenüberwachung kann festgestellt werden, wann 24 Volt durch die Ventile strömen. Jedes Mal wenn ein Ventil unter Strom steht, zählt der Counter ein Schaltspiel weiter. Mit dem Kunden gemeinsam werden einzelne Ventile definiert, die für eine solche Überwachung wichtig sind. Einmal am Tag werden die Daten aktualisiert und dem Kunden angezeigt.

#### Kundenbenefits:

- Reduktion der Wartezeit
- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit (geplante Wartungen)
- Reduktion des Durchsatzes

### **6.1.1.4 Überwachung Fahr-Hubantrieb**

*Bei Pilotkunde 1 sind auch Regalbediengeräte der Firma MLOG im Einsatz. Bei diesen Geräten sind die Reparaturen sehr zeitintensiv und sowohl der Fahr- als auch der Hubantrieb sehr teuer, wenn sie getauscht werden müssen. Außerdem ist es dem Kunden wichtig von nur einem Anbieter Lösungen hinsichtlich der Überwachung von Anlagenteilen zu erhalten und nicht unzählige verschiedene Systeme installieren zu müssen.*

Lösungsansatz:

Mit Hilfe von Condition Monitoring, das heißt der Überwachung sowohl des Fahr- als auch des Hubantriebes erhofft sich der Kunde eine genaue Prognose für Instandhaltungsarbeiten.

Technische Lösung:

Das Prinzip der Motorüberwachung ist dasselbe wie bei der Ventilüberwachung. Mit Hilfe der Flankenüberwachung bei den Motoren wird geschaut, wann durch die Motorschutzschalter 24 Volt Strom fließen und der Counter zählt eins weiter. Bei den Motoren ist im Unterschied zu den Ventilen auch noch wichtig, wie lange der Motorschutzschalter eingeschaltet war, und somit wird auch die Einschaltdauer mit aufgezeichnet. Die Daten sollten im gleichen Format zur Verfügung stehen wie Knapp intern und sowohl Datenübertragung als auch Datensammlung werden mit MLOG abgeklärt.

Um diese Überwachung umsetzen zu können muss auf die Daten von MLOG zugegriffen werden. Zu Projektende war bereits eine Anfrage an MLOG geschickt worden.

Kundenbenefits:

- Reduktion der Wartungszeit
- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit (geplante Wartungen)
- Erhöhung des Durchsatzes

### **6.1.2 Steigerung der Energieeffizienz**

Die Steigerung der Energieeffizienz ist mittlerweile für jedes Unternehmen ein wichtiges Thema. Im Speziellen sieht Pilotkunde 1 bei einer Bereichsabschaltung höchstes Einsparungspotential. In Bezug auf das Gesamtkonzept spricht man bei diesem Angebotspunkt vom Leistungspaket ECO.

#### **6.1.2.1 Bereichsabschaltungen**

*Den Interviewpartnern von Pilotkunde 1 ist aufgefallen, dass die Anlage die gesamte Zeit durchläuft, obwohl das aufgrund der Auslastung verschiedener Bereiche nicht immer notwendig ist.*

Lösungsansatz:

Eine gezielte An- und Abschaltung würde bei diesem Problem Abhilfe schaffen.

Technische Lösung:

Bei der Anlage von Pilotkunde 1 ist bereits eine Bedarfsabschaltung von Seiten der Knapp Systemintegration GmbH implementiert, daher ist dieses Problem nur damit zu erklären, dass diese nicht optimal eingestellt ist. Durch einen Workshop mit den zuständigen Mitarbeitern bei Pilotkunde 1 sollen die Bereiche optimiert werden, in denen die An- bzw. Abschaltung erfolgen soll und die Mitarbeiter erhalten dadurch eine Schulung hinsichtlich der richtigen Bedienung dieses Systems.

Kundenbenefits:

- Reduktion der Energiekosten
- Reduktion der Wartungszeiten

### 6.1.3 Optimierung der Fördertechnik

Allgemein:

Es gibt noch Optimierungspotentiale für die einzelnen Teilbereiche der Fördertechnik auf der Anlage. Dieser Angebotspunkt bezieht sich auf das Leistungspaket OPTI.

#### 6.1.3.1 Auslastungsmanagement

*Es passiert teilweise, dass Behälter auf der vierten Fördertechnikebene primär zu den neuen OSR Gassen (10 + 12) und wenig zu den alten OSR Gassen (2 + 4) geleitet werden. Aus diesem Grund kommt es zu einem Stau auf der Fördertechnik, was den Gesamtdurchsatz verringert. Die im Einsatz befindliche Lösung ist so konzipiert, dass wir pro OSR Gasse 2 Einlagerbereiche haben und in diesem Bsp. können wir über die Ebene 4 und über die Ebene 5 einlagern. Unsere Analysen haben ergeben, dass alle 4 Gassen ziemlich gleichmäßig befüllt werden, jedoch passiert es hin und wieder, dass für Gasse 2 und 4 hauptsächlich über Ebene 5 und für Gasse 10 und 12 hauptsächlich über Ebene 4 eingelagert wird. Dieses Verhalten wird vom Kunden als ungleichmäßige Aufteilung wahrgenommen.*

Lösungsansatz:

Mit dem Warehouse Control System (WCS) kann dieses Problem behoben werden, indem die Software hinsichtlich der Ebenen die Auslastung optimiert.

Technische Lösung:

„Motion“ soll zukünftig primär die Verteilung auf die Gassen innerhalb einer Fördertechnikebene ausgleichen und erst sekundär die Auslastung der Gassen berücksichtigen.

Gassen 02 & 04 sind das alte OSR, Gassen 10 & 12 sind das neue OSR und hier sieht man, dass im neuen tendenziell mehr eingelagert wird.

Datum	Location	Anzahl Einlagerungen
11.07.2016	IN025R	2765
11.07.2016	IN044L	1930
11.07.2016	IN045R	1754
11.07.2016	IN104L	2619
11.07.2016	IN105R	2127
11.07.2016	IN124L	2632
11.07.2016	IN125R	2020
--> Gasse 2 In-Zone Ebene 4 war anscheinend den ganzen Tag gesperrt		
Glossar	IN025R:	IN --> In Zone
		02 --> Gasse
		5 --> Ebene
		R --> Rechts

Tabelle 4 : Beispiele für Anlagenauslastung

Kundenbenefits:

- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Auftragsdurchlaufzeit

**6.1.4 Störfalldetektion**

Allgemein:

Im Vordergrund stehen die Detektion von Störfällen an kritischen Stellen auf der Anlage und die Visualisierung derselben. Dieser Angebotspunkt wird daher dem Leistungspaket VISU zugeordnet.

**6.1.4.1 Lokalisierung von Störfällen**

*Die Lokalisierung von Störfällen ist in vielen Fällen sehr schwierig, da die Anlage sehr groß ist und viele Bereiche sehr schwer eingesehen werden können. Pilotkunde 1 hat an kritischen Stellen entlang der Fördertechnik bereits Kameras installiert, die ein Echtzeitbild der kritischen Bereiche in den Leitstand übertragen.*

Lösungsansatz:

Um die Bedienung und Lokalisierung weiter zu erleichtern werden diese Kamerabilder in die VISU (Software) eingebunden. Dadurch wird die Lokalisierung der Störfälle erleichtert und es kommt zu einer Reduktion der Stillstandzeiten.

Technische Lösung:

Es wird eine Zenon VISU verwendet, die Einbindung von Kameras ist möglich und wird bei anderen Kunden z.B. für Kräne auch schon verwendet. Es gibt pro Screen einen Button in der VISU, dabei wird eine IE Session geöffnet und die Zuweisung der entsprechenden Kamera erfolgt mittels IP-Adresse.

Kundenbenefits:

- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Störfallbehebungszeit (Verfügbarkeit von Personal)

### **6.1.5 Mobile Verfügbarkeit der Anlageninformationen**

Allgemein:

Störfallmeldungen sind nur im Leitstand sichtbar und die Techniker haben somit außerhalb desselben keine visuelle Unterstützung. Die App soll nach derzeitigem Stand sowohl in die Service App als auch in das Key System eingegliedert werden. Diese Umsetzung wurde zu Projektende bereits in die Wege geleitet und wird in Kapitel 6.4.4 erläutert. Momentan ist die nachfolgende Lösung als erste Phase möglich. Dieser Angebotspunkt wird dem Leistungspaket VISU zugeordnet.

#### **6.1.5.1 Mobil verfügbare Informationen**

*Probleme mit der Anlage bzw. Störfallmeldungen sind bisher lediglich im Leitstand einzusehen. Das Problem dabei ist, dass die Techniker häufig unterwegs sind und bei etwaigen Stillständen bzw. Störfällen zurück in den Leitstand müssen, um das Problem lokalisieren zu können.*

Lösungsansatz:

Damit Techniker in Zukunft den Störfall sofort lokalisieren können, soll die VISU in ein App eingebunden werden.



### Technische Lösung:

Nach dem Stand zu Projektende kann eine html-Lösung angeboten werden, die Anlagenevent verfügbar macht.

### Kundenbenefits

- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Störfallbehebungszeit (Verfügbarkeit von Personal)

## **6.1.6 Erhöhung der Arbeitssicherheit**

### Allgemein:

Es kommt bei Reparaturen und Wartungsarbeiten immer wieder zu Alleinarbeit auf der Anlage. Dieses Faktum betreffend soll die Sicherheit für den Einzelnen erhöht werden. Dieser Angebotspunkt gehört zum Leistungspaket SAFE.

### **6.1.6.1 Notsignal Anlage**

*Das Unternehmen von Pilotkunde 1 hat unter anderem 2 Regalbediengeräte und ein riesiges OSR. Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten werden dadurch sehr oft auch in großer Höhe mit relativ hohem Risiko durchgeführt. Viele Instandhaltungsarbeiten werden dabei von lediglich einem einzigen Mitarbeiter durchgeführt, der in großen Höhen versucht Probleme zu beheben. Dabei kann es auch zu Unfällen kommen, bei denen es nach jetzigem Stand sehr lange dauert, bis es jemandem auffällt.*

### Lösungsansatz:

Daher wird die stationäre Notsignal-Anlage von Optro angeboten. Dieses Gerät besteht aus einer Zentrale, Relaisstationen und einem Personen-Notsignal-Gerät.

Technische Lösung:<sup>176</sup>

Die Zentrale ist das Herzstück der Anlage und hält alle Meldungen und Informationen im Blick. Es werden sowohl Personen-Notsignal-Geräte (PNG) als auch Relaisstationen oder Standortgeber von der Zentrale verwaltet und kontrolliert. Die Notsignal-Zentrale sollte am besten dort aufgestellt werden, wo eine ständige Beobachtung gewährleistet ist, also zum Beispiel im Leitstand. Eingehende Alarmer können aber angezeigt, gemeldet und sogar weitergeleitet werden.

Die Relaisstationen werden dann benötigt, wenn die Anlage sehr groß ist und die Zentrale irgendwo in der Unternehmung positioniert ist. Sie dienen dazu, dass die Signale von den PNG zur Zentrale weitergeleitet werden können. Die Anzahl der Relaisstationen ist abhängig von der Größe der Anlage bzw. vom Abstand zwischen Zentrale und Hauptbereich der Alleinarbeit. Für die genaue Anzahl bzw. die Festlegung der Zentrale kümmert sich OPTRO bei Angebotslegung persönlich.

Das Personen-Notsignal-Gerät verbindet den Mitarbeiter mit den übrigen Systemkomponenten und stellt sicher, dass sich dieser in keiner Notsituation befindet. Das PNG kann ganz einfach mit einem Befestigungsclip an der Kleidung getragen werden und ist widerstandsfähig (hitze- und kältebeständig, spritzwassergeschützt) konstruiert. Die rote Taste des Signalgebers symbolisiert Gefahr und im Notfall reicht ein Knopfdruck, um Alarm in der Zentrale auszulösen. Die integrierten Sensoren schlagen aber auch dann Alarm, wenn der Mitarbeiter dazu nicht mehr in der Lage ist.

Der Lage-/Ruhesensor erkennt ungewöhnliche Neigungswinkel des Signalgebers und auch ausbleibende Bewegungen des Mitarbeiters. Weiters sind folgende Sensoren im PNG integriert:

- Feuchtigkeitssensor detektiert Eintauchen in Flüssigkeit
- Abrissensor schlägt an, damit Signalgeber nicht verloren geht
- Flucht-Sensor bei hektischen Bewegungen

Um dieses System umsetzen zu können, müsste die Firma Optro kontaktiert werden, damit sie selbst die Anlage vor Ort beurteilen kann und somit auch die Notwendigkeit von Relaisstationen einschätzen kann.

Kundenbenefits:

- Reduktion der Personalkosten
- Erhöhung der Sicherheit für Mitarbeiter

---

<sup>176</sup>vgl. <http://www.optro.de>

## 6.1.7 Datenanalytik

### Allgemein:

Analysen von Daten aus den Anlagen können Optimierungspotentiale und Lösungen in unterschiedlichsten Teilbereichen der Anlage aufzeigen. Aufgrund der Optimierungspotentiale wird die Anlage auch flexibler, daher wird diesem Angebotspunkt das Leistungspaket FLEX zugeordnet.

### **6.1.7.1 3 Phasen zur Stauvermeidung**

*Dieser Bereich des Angebotes wurde an die Know Center GmbH vergeben. Es geht darum in Zukunft proaktiv Störfälle zu erkennen. Im Rahmen dieses Projektes geht es darum, die Daten, die Knapp bereits generiert, zu analysieren und festzustellen, ob diese verarbeitet werden können. Danach sollen im ersten Projektschritt Staus erkannt werden (post mortem).*

### Lösungsansatz:

Ziel dieses Projektes ist es, in der höchsten Ausbaustufe Staus zu vermeiden. Dazu wird das Projekt in 3 Phasen unterteilt. Die ersten beiden Phasen können bereits Anfang nächsten Jahres beim Kunden realisiert werden.

### Technische Lösung:

#### Phase 1 – Live Stauerkennung

In einem Vorprojekt wurde auf Basis historischer Daten in Form von Datenprotokollen (i.e. SPS Log-Dateien) untersucht, ob sich diese hinreichend gut maschinell verarbeiten lassen und ob sich bereits stattgefundenen Staus in den Daten widerspiegeln. Hierfür wurden zunächst angrenzende Scanner-Stationen identifiziert und die mittlere Passierdauer eines Warencontainers zwischen diesen ermittelt. Anhand dieses Mittelwertes konnten mithilfe einer parametrisierten maximalen Abweichung potentielle Staus identifiziert werden. Das Resultat war sehr vielversprechend.

#### Phase 2 – Live Stauvorhersage

Aus den gewonnenen Erkenntnissen aus Phase 1 können in Phase 2 Live-Daten herangezogen werden, um die Vorhersage von Staus innerhalb eines kleinen Zeitfensters möglich zu machen. Dazu werden nicht nur die Logdaten der Scanner-Stationen herangezogen, sondern auch die Containerpfade betrachtet.

### Phase 3 - Stauvermeidung

In dieser Phase werden zu den Logdaten der Scanner-Stationen und den Containerpfaden auch externe Faktoren mitberücksichtigt. Dadurch soll es möglich werden Staus länger vorherzusehen und so den Warenfluss proaktiv zu steuern, um Staus komplett vermeiden zu können.

#### Kundenbenefits:

- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Auftragsdurchlaufzeit

## 6.2 Leistungsumfang Pilotkunde 2

Die Angebotspunkte für Pilotkunde 2 sind in Abbildung 34 übersichtlich dargestellt und den jeweiligen Leistungspaketen aus dem Gesamtkonzept zugeordnet. Die detaillierte Beschreibung der Probleme und der technische Lösungsansatz sind in weiterer Folge beschrieben.

Angebotspunkte für Pilotkunde 2					
Leistungspakete	Problembeschreibung	Technischer Lösungsansatz	Kosten / Einheit*	Einheiten / Anlage	Gesamtkosten
STATE	OSR Umlenkrolle - Ausgeschlagener Lagersitz	Vibrationssensor am Lager			
		ohne Verstärker	ca. 150-300€	40# (2# / Lift)	ca. 6.000-12.000€
	OSR Riemen - Spannungsabfall	mit Verstärker	ca. 200-500€	40#	ca. 8.000-20.000€
		Var. 1 - Kraftsensor am Gurt-Ende			
		Kraftaufnehmer (Zug)	ca. 450-550€	20# (1# / Lift)	ca. 9.000-12.000€
		Verstärker	ca. 650€	20#	ca. 13.000€
		Auswerte-/Netzeinheit	ca. 200€	20#	ca. 4.000€
		Var. 2 - Laser-Abstandssensor zur Frequenzmessung			
		Messkopf	ca. 650€	20# (1# / Lift)	ca. 13.000€
		Verstärker	ca. 400€	20#	ca. 8.000€
	Auswert-/Netzeinheit	ca. 300€	20#	ca. 6.000€	
	OSR Riemen - Schiefelauf	Var.1 - Lichttaster / Lichtschranke			
		Lichttaster	ca. 130€	80 (120)#	ca. 10.400-15.600€
		Var. 2 - Lichtband			
		Lichtbandsensor	ca. 450€	20# (1# / Lift)	ca. 9.000€
Verstärker		ca. 300€	20#	ca. 6.000€	
Auswerte-/Netzeinheit		ca. 300€	20#	ca. 6.000€	
Var. 3 - Laser-Abstandssensor					
Messkopf		ca. 650€	20# (1# / Lift)	ca. 13.000€	
Verstärker	ca. 400€	20#	ca. 8.000€		
Auswerte-/Netzeinheit	ca. 300€	20#	ca. 6.000€		
Beschädigte Motorwellen und Drehmomentstützen	E-Motor Leistungswächter				
	Motormanagement	ca. 200€		ca. 2.000€	
	Netzwerkeinheit für 32 Teilnehmer	ca. 200€		ca. 2.000€	
Beschädigte Lichtschranken werden nicht erkannt	Überwachen der Lichtschranken über SPS			ca. 2.700€	
ECO	Bereichsabschaltung installiert, jedoch nicht implementiert	Workshop zur Optimierung von Bedarfsabschaltung			ca. 4.000€
OPTI	Ungleichmäßige Auslastung der Förderstrecken zum Versand				-
VISU	Staubildung über Weichen hinaus				-
	Materialflussnachverfolgbarkeit				Zusatzprojekt KNOW-Center
	Störfallmeldungen sind nur im Leitstand sichtbar	Anlagenevents mobil verfügbar machen			ca. 5.000€
FLEX	Durch Staus auf der Anlage kommt es zu Performance-Einbußen	Stauerkennung in Echtzeit			ca. 15.700€
		Stauvorhersage			ca. 20.500€
		Proaktive Stauvermeidung			TBD

Abbildung 34: Übersicht der Leistungen für Pilotkunde 2

\*reine Anhaltsgröße, um eine Vorstellung des Preisbereichs diverser Systeme abschätzen zu können (Preise aus Hersteller-Angeboten oder von div. Online-Anbietern). Sämtliche Preise sind gerundete bzw. gemittelte Anbieter-Preise ohne Preisnachlass und ohne mögliche zusätzliche Kosten wie Versand, Inbetriebnahme oder benötigtes Spezialzubehör etc. sowie ohne sämtliche Montagekosten, also ohne Montagezeit und ohne Montagematerial.

## 6.2.1 Condition Monitoring

### Allgemein:

Dieser Punkt des Leistungsumfanges für das Angebot wurde auf die Punkte OSR Lift, Überwachung von Antriebs- und Steuerelementen auf der Fördertechnik sowie die Lichtschrankenüberwachung eingeschränkt. Diese Teile des Angebots werden dem Leistungspaket STATE zugeordnet.

### **6.2.1.1 OSR Umlenkrolle**

*Ein Problem beim OSR Lift ist die Lagerung der Umlenkrolle. Es kommt häufig vor, dass der Lagersitz ausgeschlagen wird und er dadurch nicht mehr die gewünschte Stabilität bietet. Nach derzeitigem Stand wird dieses Problem erst dann erkannt, wenn der Riemen schon verläuft, dadurch Spannung verliert und für das Nachspannen die Anlage abgestellt werden muss.*

### Lösungsansatz:

Mit Hilfe von Condition Monitoring kann man bei diesem Problem durch den Einbau von Sensorik eine Früherkennung ermöglichen.

### Technische Lösung:

Nach Rücksprache mit dem Senior Business Process Manager der Knapp AG wurde für die technische Lösung ein externes Projekt an die Montanuniversität Leoben vergeben, die Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich des richtigen Einbaus testet. Außerdem ist eine Darstellung der erfassten Daten ein weiterer Teil dieses Projektes.

Nach Rücksprache mit der Montanuniversität in Leoben wurden Angebote zu Vibrationssensoren eingeholt, die bei diesem Problem Abhilfe schaffen sollen. Auch die Überwachung mit Hilfe von Temperatursensoren wurde angedacht, jedoch schnell verworfen, da die Umlenkrolle nicht rund um die Uhr in Betrieb ist und deshalb keine Erkenntnisse aus Temperaturwerten gezogen werden können.

Da auch das Problem von einem Riemenschiefelauf erwähnt wurde und das nicht immer zwingend mit einem Schaden des Lagers zusammenhängt, ist eine Riemen – Schiefelaufüberwachung mit Hilfe von Lichtschranken angedacht. Dabei wurden drei verschiedene Varianten überlegt, die erst getestet werden müssen, um ein optimales Ergebnis erzielen zu können. Diese Sensoren wurden bereits bestellt und sollen demnächst getestet werden. Am Ende dieses Projektes wurde gerade über die Einbaumöglichkeiten für den Testaufbau gesprochen.

Kundenbenefits:

- Reduktion der Ausfallszeit
- Reduktion der Wartungszeit
- Erhöhung des Durchsatzes

**6.2.1.2 OSR Riemen**

*Das wahrscheinlich größte Problem beim OSR Lift ist der Riemen. Es kommt sehr häufig zu einem Spannungsabfall. In regelmäßigen Abständen muss ein Mitarbeiter die Spannung des Riemens überprüfen, und sollte diese nicht mehr gegeben sein, muss er diesen händisch nachspannen. Bei Pilotkunden 2 gibt es 2 Lifte, die ein- und auslagern können, jedoch muss der Mitarbeiter bei Wartungen des Riemens beide Lifte abschalten. Die Wartung an sich kostet sehr viel Zeit, und da in dieser Zeit ein normaler Betrieb nicht möglich ist, ist es für den Kunden wichtig solche Reparaturen im Vorhinein planen zu können.*

Lösungsansatz:

Auch in diesem Punkt wird Condition Monitoring helfen. Durch Sensoren für eine Echtzeit-Spannungsüberwachung des Riemens können die Mitarbeiter in Zukunft die Instandhaltungsmaßnahmen besser planen.

Technische Lösung:

Nach Rücksprache mit dem Senior Business Process Manager der Knapp AG wurde auch für diesen Punkt ein externes Projekt an die Montanuniversität Leoben vergeben, die Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich des richtigen Einbaus testet. Außerdem ist eine Darstellung der erfassten Daten ein weiterer Teil dieses Projektes.

Nach Rücksprache mit der Montanuniversität Leoben ist die Spannungsüberwachung beim Riemen von großer Bedeutung. Dabei sollen für die Spannungsüberwachung Kraftsensoren eingebaut werden, da für diesen Einbau der Eingriff ins bestehende System am geringsten ist. Auch hier gibt es zwei verschiedene Varianten, die erst bestellt und in weiterer Folge getestet werden müssen.

Kundenbenefits:

- Reduktion der Ausfallszeit
- Wartungszeit
- Durchsatz

### **6.2.1.3 Überwachung Antriebs- und Steuerelemente (Fördertechnik)**

*Durch einen minimal schiefen Einbau der Welle läuft diese unrund. Dadurch schlagen mit der Zeit die Lager aus und die Welle beginnt hörbar zu quietschen bis hin zum kompletten Versagen. Im gesamten Anlagenbereich gibt es jedoch sehr viele Stellen, die nicht im Hörbereich von Mitarbeitern liegen und bei denen es daher nicht so einfach ist, das Problem sofort zu bemerken.*

#### Lösungsansatz:

Vibrationsüberwachung der Motorwellen-Lagerung bzw. der Drehmomentstützen

#### Technische Lösung:

Nach Rücksprache mit dem Senior Business Process Manager der Knapp AG wurde auch für diesen Punkt ein externes Projekt an die Montanuniversität Leoben vergeben, die Lösungsmöglichkeiten hinsichtlich des richtigen Einbaus testet und für die Darstellung der gesammelten Daten finden soll.

#### Kundenbenefits:

- Reduktion der Ausfallszeiten
- Reduktion der Wartungszeit
- Erhöhung des Durchsatz

### **6.2.1.4 Überwachung der Lichtschranken**

*Im Betrieb passiert es immer wieder, dass Lichtschranken abbrechen und somit ihre Funktion nicht mehr erfüllen. Momentan wird dieses Problem erst erkannt, wenn Mitarbeiter durch ungleichmäßigen Materialfluss oder beim Vorbeigehen sehen, dass dieser Schaden entstanden ist.*

#### Lösungsansatz:

Überwachung der Lichtschranke mit SPS und Einbindung in die VISU



### Technische Lösung:

Die Überwachung der Lichtschranken erfolgt bereits an neuralgischen Punkten und etwaige Fehler werden bereits in der VISU abgebildet. Um die Lichtschranken für den Kunden optimal zu überwachen, werden mit ihm gemeinsam weitere Lichtschranken festgelegt, die überwacht bzw. in der VISU abgebildet werden sollen.

Das Prinzip dahinter funktioniert so, dass jeder Lichtschranken bei laufendem Motor (der in der VISU angezeigt wird) nach spätestens 10 Sekunden wieder frei sein muss. Ist dies nicht der Fall, so wird dem Kunden auf der VISU ein Stau angezeigt und somit kann eine unter Umständen beschädigte Lichtschranke erkannt werden.

### Kundenbenefits:

- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Ausfallszeit

## **6.2.2 Steigerung der Energieeffizienz**

### Allgemein:

Die Steigerung der Energieeffizienz ist mittlerweile für jedes Unternehmen ein wichtiges Thema. Im Speziellen sieht Pilotkunde 2 durch eine Bereichsabschaltung, intelligente Lampensteuerung und pneumatische Überwachung der Druckschläuche höchstes Einsparungspotential. In Bezug auf das Gesamtkonzept spricht man bei diesem Angebotspunkt vom Leistungspaket ECO.

### **6.2.2.1 Bereichsabschaltungen**

*Im Interview mit dem Betriebstechniker von Pilotkunden 2 ist die Teilabschaltung von Anlagen, die derzeit nicht benötigt werden, zur Sprache gekommen. In manchen Teilen der Anlage funktioniert die Abschaltung schon sehr gut, jedoch gibt es noch immer Bereiche auf der Anlage, die noch nicht abschalten.*

### Lösungsansatz:

Eine gezielte An- und Abschaltung würde bei diesem Problem Abhilfe schaffen.

### Technische Lösung:

Bei der Anlage von Pilotkunden 2 ist bereits eine Bedarfsabschaltung von Seiten der Knapp Systemintegration GmbH implementiert, daher ist dieses Problem nur damit zu erklären, dass diese nicht optimal eingestellt ist. Durch einen Workshop mit den zuständigen Mitarbeitern beim Bestandskunden sollen die Bereiche optimiert werden, in denen die An- bzw. Abschaltung erfolgen soll. Die Mitarbeiter von Pilotkunde 2 erhalten dadurch eine Schulung hinsichtlich der richtigen Bedienung dieses Systems.

### Kundenbenefits:

- Reduktion der Energiekosten
- Reduktion der Wartungszeit

## **6.2.3 Optimierung der Fördertechnik**

Allgemein: Es gibt noch Optimierungspotential für die einzelnen Teilbereiche der Fördertechnik auf der Anlage. Dieser Angebotspunkt bezieht sich auf das Leistungspaket OPTI.

### **6.2.3.1 Auslastungsmanagement**

*Bei der Anlage von Pilotkunden 2 führen zwei verschiedene Bahnen der Fördertechnik zur Verpackung. Beide sind mit Weichen voneinander getrennt, die umschalten, je nachdem, woher die Kartons kommen. Auf einer Förderstrecke werden Waren aus dem OSR1 und dem OSR2 zur Verpackung geführt. Auf der anderen Förderstrecke werden Waren aus dem Altbestand und der Kommissionierung zur Verpackung geführt. Diese Aufteilung ist nicht optimal, da mehr Ware vom OSR1 und OSR2 kommt als aus dem Altbestand und der Kommissionierung. Daher kann es auf der Förderstrecke OSR1/OSR2 zu Staubildung kommen, obwohl auf der Förderstrecke Altbestand/Kommissionierung genug Kapazität vorhanden wäre.*

### Lösungsansatz:

Gleichmäßige Auslastung der beiden Förderstrecken unabhängig davon, aus welchem Lager sie kommen.

Technische Lösung:

Um eine technische Lösung für dieses Problem anbieten zu können, muss der Staupunkt noch genau lokalisiert werden. In der SPS gibt es grundsätzlich auch eine Überlauffunktion, die es erlaubt überfüllte Anlagenteile zu umgehen, sofern dies physikalisch möglich ist. Eine genaue Abklärung dieser Punkte muss noch stattfinden.

Kundenbenefits:

- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Auftragsdurchlaufzeit

**6.2.3.2 Weichenschaltung hinsichtlich Staubildung**

*Obwohl beide Förderstrecken gleich ausgelastet sind, bildet sich aufgrund von verkanteten/beschädigten Kartons, ein Stau. Dieser reicht dann weit über die Weiche hinaus und dadurch kann die Fließpackerei nicht mehr versorgt werden.*

Lösungsansatz:

Mittels einer Programmierung für die Weiche soll ein Stau bzw. eine Verzögerung auf der Förderstrecke erkannt werden. Die Weiche soll sofort umschalten und alle Pakete sollen bis zur Behebung der Störung über die andere Förderstrecke fahren.

Technische Lösung

Um eine technische Lösung anbieten zu können, muss der genaue Staupunkt lokalisiert werden und auch die Ausweichposition muss bekannt sein. Erst dann kann an einer Lösung gearbeitet werden.

Kundenbenefits:

- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Auftragsdurchlaufzeit

**6.2.3.3 Materialflussnachverfolgbarkeit für den Endkunden**

*Kunden sind bereit für ein besseres Service mehr Geld zu bezahlen. Zurzeit ist es nicht möglich zu sagen, wo auf der Anlage sich ein bestimmtes Paket befindet und wie lange die Bestellung noch bis zum Versand brauchen wird.*

Lösungsansatz:

Eine interne Paketnachverfolgung, um Kartons und Bestellungen tracken zu können. Es wird nicht notwendig sein zu jedem Zeitpunkt bestimmen zu können, auf welcher Gasse sich ein Paket befindet, aber es ist wichtig eine Prognose zu erstellen, die festhält, wie lange eine Bestellung bis hin zum Versand benötigt. Die Dauer vom Bestelleingang bis hin zur Warenauslieferung soll bestimmt werden.

Technische Lösung:

Nach einem Gespräch mit dem Group Leader Engineering Customer Service der KSI ist die technische Umsetzung möglich. Es handelt sich dabei um einen Output aus Phase 2 des Know-Center Projektes. Ein Folgeauftrag müsste zusätzlich definiert werden. Aufgrund der Aufzeichnungen der Containerbewegungen, die in Phase 2 bereits berücksichtigt werden, ist es möglich eine Materialflussnachverfolgbarkeit für den Kunden zu implementieren.

Kundenbenefits:

- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Auftragsdurchlaufzeit

## **6.2.4 Mobile Verfügbarkeit der Anlageninformationen**

Allgemein:

Störfallmeldungen sind nur im Leitstand sichtbar und die Techniker haben somit außerhalb desselben keine visuelle Unterstützung. Die App soll nach derzeitigem Stand sowohl in die Service App als auch in das Key System eingegliedert werden. Diese Umsetzung wurde zu Projektende bereits in die Wege geleitet und wird in Kapitel 6.4.4 erläutert. Momentan ist die nachfolgende Lösung als erste Phase möglich. Dieser Angebotspunkt wird dem Leistungspaket VISU zugeordnet.

### **6.2.4.1 Mobil verfügbare Informationen**

*Probleme mit der Anlage bzw. Störfallmeldungen sind bisher lediglich im Leitstand einzusehen. Das Problem dabei ist, dass die Techniker häufig unterwegs sind und bei etwaigen Stillständen bzw. Störfällen zurück in den Leitstand müssen, um das Problem lokalisieren zu können.*

Lösungsansatz:

Damit Techniker in Zukunft den Störfall sofort lokalisieren können, soll die VISU in eine App eingebunden werden.

Technische Lösung:

Nach dem Stand zu Projektende kann eine html-Lösung angeboten werden, die Anlagenevent verfügbar macht.

Kundenbenefits

- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Störfallbehebungszeit (Verfügbarkeit von Personal)

## **6.2.5 Datenanalytik**

Allgemein:

Analysen von Daten aus den Anlagen können Optimierungspotentiale und Lösungen in unterschiedlichsten Teilbereichen der Anlage aufzeigen. Aufgrund der Optimierungspotentiale wird die Anlage auch flexibler, daher wird diesem Angebotspunkt das Leistungspaket FLEX zugeordnet.

### **6.2.5.1 Live-Stauerkennung**

*Dieser Bereich des Angebotes wurde an die Know Center GmbH vergeben. Es geht darum in Zukunft proaktiv Störfälle zu erkennen. Im Rahmen dieses Projektes geht es darum, die Daten, die Knapp bereits generiert, zu analysieren und festzustellen, ob diese verarbeitet werden können. Danach sollen im ersten Projektschritt Staus erkannt werden (post mortem).*

Lösungsansatz:

Ziel dieses Projektes ist es, in der höchsten Ausbaustufe Staus zu vermeiden. Dazu wird das Projekt in 3 Phasen unterteilt. Die ersten beiden Phasen können bereits Anfang nächsten Jahres beim Kunden realisiert werden.

### Technische Lösung:

#### Phase 1 – Live Stauerkennung

In einem Vorprojekt wurde auf Basis historischer Daten in Form von Datenprotokollen (i.e. SPS Log-Dateien) untersucht, ob sich diese hinreichend gut maschinell verarbeiten lassen und ob sich bereits stattgefundenen Staus in den Daten widerspiegeln. Hierfür wurden zunächst angrenzende Scanner-Stationen identifiziert und die mittlere Passierdauer eines Warencontainers zwischen diesen ermittelt. Anhand dieses Mittelwertes konnten mithilfe einer parametrisierten maximalen Abweichung potentielle Staus identifiziert werden. Das Resultat war sehr vielversprechend.

#### Phase 2 – Live Stauvorhersage

Aus den gewonnenen Erkenntnissen aus Phase 1 können in Phase 2 Live-Daten herangezogen werden, um die Vorhersage von Staus innerhalb eines kleinen Zeitfensters möglich zu machen. Dazu werden nicht nur die Logdaten der Scanner-Stationen herangezogen, sondern auch die Containerpfade betrachtet.

#### Phase 3 - Stauvermeidung

In dieser Phase werden zu den Logdaten der Scanner-Stationen und den Containerpfaden auch externe Faktoren mitberücksichtigt. Dadurch soll es möglich werden Staus länger vorherzusehen und so den Warenfluss proaktiv zu steuern, um Staus komplett vermeiden zu können.

#### Kundenbenefits:

- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Auftragsdurchlaufzeit

## **6.3 Beispielhafte Rechnung des Kundennutzen**

Da es sich um ein Innovationsprojekt handelt und es momentan kaum Vergleichswerte in der Anlage gibt, ist es schwer einen Kundennutzen abzuschätzen. Erst wenn diverse Teile des Konzepts umgesetzt werden, ist es möglich den Nutzen konkret zu berechnen. Nachfolgend sind einige Beispiele angeführt, die mit den derzeitigen Daten bereits berechnet werden konnten.

Momentan können durchschnittlich 64480 OSR Bewegungen pro Tag durchgeführt werden. Durch die in Kapitel 5.2 beschriebenen Konzepte könnten zB durch Sensorik, Auftragsanalysen und somit beispielsweise durch die Leistungspakete State und Flexi die OSR-Bewegungen um 3% gesteigert werden. Die durchschnittlichen OSR-Bewegungen wären somit 64610 durchschnittliche Bewegungen pro Tag.

Durch Datenaufzeichnungen in der Hotline konnten die geplanten und ungeplanten Stillstandzeiten der OSR/OVL Lifte nach derzeitigem Stand ermittelt werden. Die geplanten Ausfallzeiten der Lifte pro Monat betragen derzeit 5 Stunden. Mit den genannten Konzepten könnten diese Stillstandzeiten komplett entfallen, indem man zB Wartungen oder Überprüfungen in Zeiten verlegt, in denen die Anlage sowieso still steht. Die ungeplanten Ausfallzeiten der Lifte belaufen sich derzeit auf 0,83 Stunden pro Monat, vor allem durch die Überwachung mittels Sensorik (Konzeptpunkt STATE) könnten diese Ausfallszeiten auf 0,5 Stunden pro Monat reduziert werden.

Aufgrund der bereits genannten Verbesserungen könnten somit ca. 30 Stunden Wartung in der Nachtschicht entfallen.

## **6.4 Weitere Konzepte zur Umsetzung**

Auf Basis der quantitativen Umfrage sowie auch aus den qualitativen Interviews wurden Konzeptpunkte gefunden, die einer längeren Entwicklung von Seiten KNAPP benötigen und deren Umsetzung auch noch nicht ganz klar ist.

### **6.4.1 Intelligentes Ersatzteilmanagement**

*Die Kunden von KNAPP sehen Optimierungspotentiale für die Ersatzteilbeschaffung sowie für das Ersatzteilservice. Es gibt noch kein einheitliches intelligentes Ersatzteilmanagement, das den Kunden angeboten werden kann.*

#### Lösungsansatz:

Die Knapp Systemintegration GmbH hat bereits ein Konzept für ein intelligentes Ersatzteilmanagement erarbeitet, welches in Zusammenarbeit mit der TU Graz optimiert wurde.

#### Technische Lösung:

Allen voran soll bei allen angebotenen Lösungen für den Kunden eine Inventur vor Ort beim Kunden stattfinden, um einen Überblick zu bekommen, welche Ersatzteile noch im Lager liegen bzw. ob alle Teile Verwendung in der Anlage finden. Das Weitere ist davon abhängig, wie viel Geld der Kunde ausgeben möchte. Abbildung 35 veranschaulicht diesen Prozess.

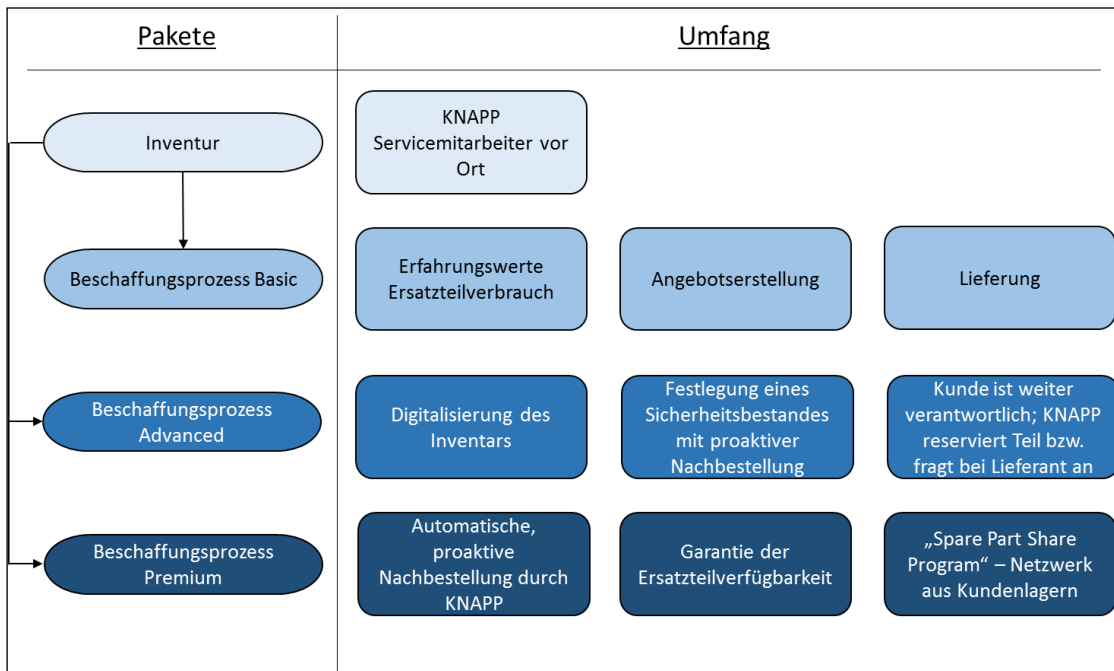


Abbildung 35: Visualisierung des Ersatzteilmanagements

**Beschaffungsprozess Basic:**

Nach der Inventur zieht die Knapp Systemintegration GmbH Erfahrungswerte heran, die dem Ersatzteilverbrauch der letzten Jahre entsprechen. Darauf basierend wird dem Kunden ein Angebot für einen bestimmten Zeitraum erstellt, und nachdem dieser eine Bestellung abgegeben hat, wird die Ware geliefert.

**Beschaffungsprozess Advanced:**

Bei dieser Variante wird bei bzw. nach der Inventur das Inventar digitalisiert und ein Sicherheitsbestand festgelegt. Dadurch erhält der Kunde bei Entnahme der Ware eine genaue interne Information darüber, welche Ware mit welcher Artikelnummer zu welchem Preis entnommen wurde, und er erhält daraufhin ein automatisches Angebot der Knapp Systemintegration GmbH. Für den weiteren Ablauf ist der Kunde selbst verantwortlich, das heißt, möchte er sofort nachbestellen oder ist es seiner Meinung nach nicht notwendig das Teil sofort und immer zur Verfügung zu haben. Intern in der Knapp Systemintegration GmbH kommt eine Information über die Unterschreitung des Sicherheitsbestandes beim Kunden. Danach wird das Teil für den Kunden eine gewisse Zeit reserviert bzw., wenn es nicht im Unternehmen zur Verfügung steht, wird eine Anfrage zum Lieferanten gesendet.



### Beschaffungsprozess Premium:

Auch hier ist das Ersatzteillager digitalisiert, jedoch wird bei Entnahme eines Ersatzteiles sofort eine proaktive Nachbestellung und Lieferung der Knapp Systemintegration GmbH durchgeführt. Sollte das Teil der Knapp Systemintegration GmbH nicht zur Verfügung stehen, so wird bei einem Drittanbieter angefragt. Die Knapp Systemintegration GmbH übernimmt somit die Garantie für die Ersatzteilverfügbarkeit beim Kunden. Mit Hilfe eines Customer Warehouse Network / Spare Part Share Programm kann dieser Prozess vereinfacht werden. Die Idee dahinter ist, dass ein Netzwerk aus Lagern geschaffen wird, wodurch für Knapp Bestände die Verfügbarkeit von Ersatzteilen beim Kunden erhöht werden soll.

### Kundenbenefits

- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Reduktion der Wartungszeit
- Reduktion der Ersatzteillieferzeit
- Reduktion der Lagerkosten

## **6.4.2 Automatisiertes Problemmanagement**

*Sowohl die Kunden von KNAPP als auch KNAPP selbst sehen Potentiale zur Verbesserung des Problemmanagements. Zurzeit werden Störfälle, sogenannten „Incidents“, nicht automatisch auf Zusammenhänge geprüft. Das hat zur Folge, dass bei „Incidents“ oft nur das Problem behandelt wird (der Kunde ruft bei der Service Hotline an und bekommt die Lösung kommuniziert), aber Ursachenforschung wird oft nicht betrieben. Hierfür muss ein sogenanntes Problemticket erstellt werden, welches entweder auf Kundenwunsch hin oder teilweise von KNAPP selbst angefertigt wird. Abbildung 36 stellt den derzeitigen Ablauf noch einmal dar.*

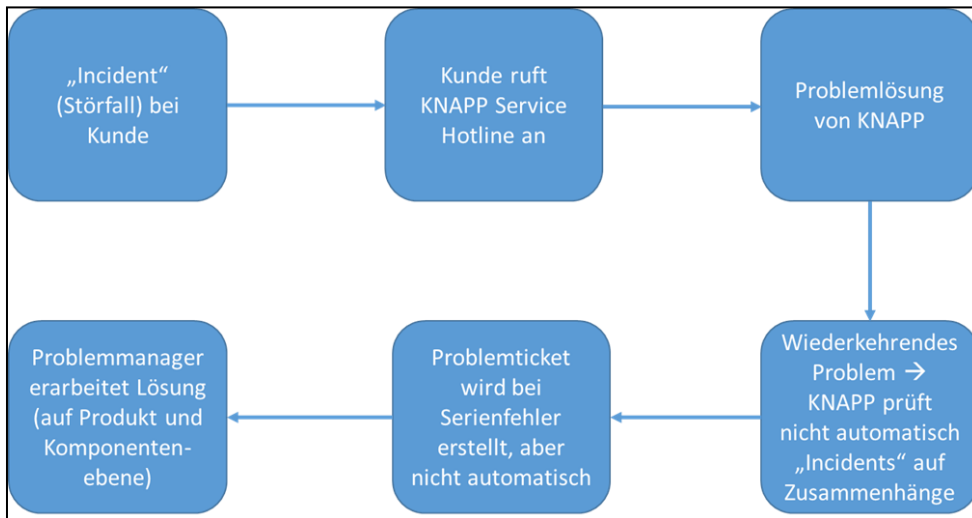


Abbildung 36: Derzeitiger Stand des Problemmanagements

Lösungsansatz:

Knapp hat hier bereits versucht einige Konzepte umzusetzen, da es sich aber um ein komplexes Thema handelt, ist es schwierig eine optimale Lösung zu finden. Die TU Graz, hat eine mögliche Struktur für das automatische Problemmanagement erstellt.

Technische Lösung:

Um Problemtickets leichter und vor allem automatisch erstellen zu können, ist es notwendig „Incidents“ einzuteilen, um diese daraufhin zu kategorisieren. Es ist erforderlich dafür ein morphologisches Feld für „Incidents“ (Störfälle) zu konstruieren. Ein schematisches Beispiel, wie so ein Feld theoretisch aussehen könnte, ist in Abbildung 37 dargestellt.

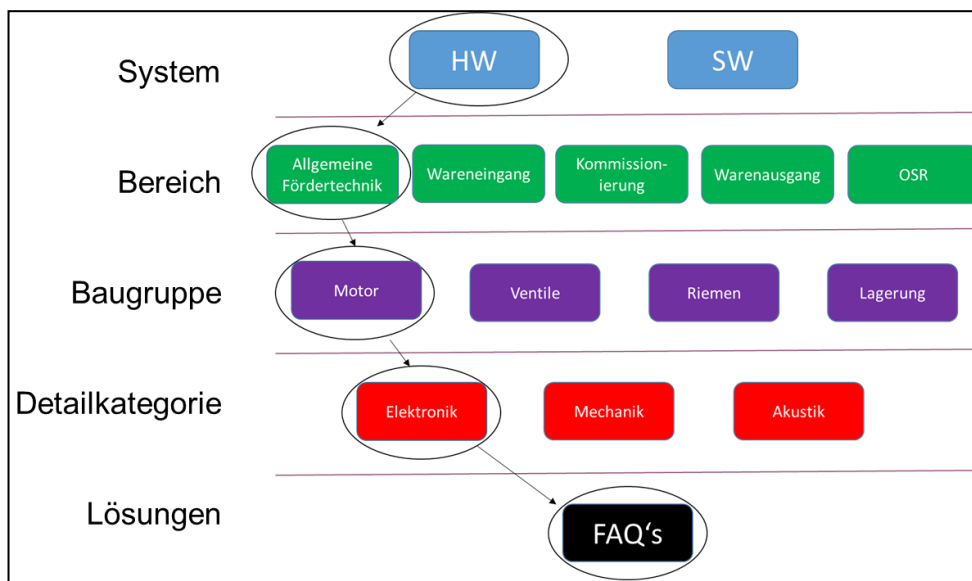


Abbildung 37: Idee zur Umsetzung vom automatisierten Problemmanagement

Hierbei würde der Kunde den „Incident“ selbst kategorisieren, bevor er die Hotline anruft, und falls es in der von ihm gewählten Detailkategorie bereits FAQ's gibt, erhält der Kunde sofort einen Lösungsvorschlag für seinen „Incident“. In den diversen Detailkategorien lassen sich Muster viel leichter erkennen und das anfängliche Gerüst wird durch die automatische Erkennung von wiederkehrenden „Incidents“ erweitert und so eine Datenbank an Lösungsvorschlägen generiert.

### 6.4.3 Überwachung pneumatischer Teile

*Vielen Unternehmen ist nicht bewusst, dass die benötigte Druckluft in der Unternehmung auch das meiste Einsparungspotential birgt. In den Druckluftleitungen in der gesamten Anlage liegen sehr häufig Leckagen vor, für deren Ausgleich man im Schnitt in etwa 10 – 15% der Druckluft benötigt.*

#### Lösungsansatz:

Erkennen von Schwachstellen durch Leckagemessungen und Setzen von Drucksensoren in den Leitungen.

#### Technische Lösung:

Die Leckagemessungen werden von externen Partnern wie zum Beispiel Festo, SMC, Atlas Copco oder Kaeser beim KNAPP Kunden durchgeführt und dauern in etwa eine Woche. Diese Messungen sollen die potentielle Absenkung des Gesamtdruckluftnetzes ermöglichen, da die über die Leckagen verlorene Druckluftmenge zum Betriebsdruck direkt proportional ist. Neben der Abdichtung der Leckagestelle stellt daher auch die Absenkung des Druckes eine Methode dar, um Leckagen zu vermindern. Eine Absenkung des Druckes um 0,3 bar verringert Leckagen um ca. 4%. Bei einer Druckluftanlage mit 100 m<sup>3</sup>/min und 12 % Leckagen entspricht eine solche Senkung des Druckes einer Energieeinsparung von ungefähr 3 kW. Zusätzlich verringert eine Druckabsenkung auch den Druckluftverbrauch von Aktoren.

Im Rahmen dieser Leckagemessungen können auch entsprechende Drucksensoren eingebunden werden, damit in Zukunft auftretende Leckagen automatisch erkannt werden können.

#### **6.4.4 Mobile Verfügbarkeit von Anlageninformationen**

##### Allgemein:

Störfallmeldungen sind nur im Leitstand sichtbar und die Techniker haben somit außerhalb desselben keine visuelle Unterstützung. Die derzeitige Möglichkeit die Anlage visuell darzustellen ist bereits in Kapitel 6.1.5 bzw. in Kapitel 6.2.4 erläutert. Dieses Kapitel dient dazu den Stand zu Projektende zusammenzufassen.

#### **6.4.5 Service App**

*Probleme mit der Anlage bzw. Störfallmeldungen sind bisher lediglich im Leitstand einzusehen. Das Problem dabei ist, dass die Techniker häufig unterwegs sind und bei etwaigen Stillständen bzw. Störfällen zurück in den Leitstand müssen, um das Problem lokalisieren zu können.*

##### Lösungsansatz:

Damit Techniker in Zukunft den Störfall sofort lokalisieren können, soll die VISU in eine App eingebunden werden. Techniker können dann sofort an Ort und Stelle mit dem Handy die VISU öffnen und sich auf den Weg zum nächsten Problem machen.

##### Technische Lösung:

Zu Projektende wurde bereits an Schnittstellen von der VISU zur Service App gearbeitet.

##### Kundenbenefits

- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Störfallbehebungszeit (Verfügbarkeit von Personal)

#### 6.4.6 Eingliederung ins Key System

*Probleme mit der Anlage bzw. Störfallmeldungen sind bisher lediglich im Leitstand einzusehen. Das Problem dabei ist, dass die Techniker häufig unterwegs sind und bei etwaigen Stillständen bzw. Störfällen zurück in den Leitstand müssen, um das Problem lokalisieren zu können.*

##### Lösungsansatz:

Damit Techniker in Zukunft den Störfall sofort lokalisieren können, soll die VISU in eine App eingebunden werden. Techniker können dann sofort an Ort und Stelle mit dem Handy die VISU öffnen und sich auf den Weg zum nächsten Problem machen.

##### Technische Lösung:

Zu Projektende wurde bereits an Schnittstellen von der VISU zur Service App gearbeitet.

##### Kundenbenefits

- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Erhöhung des Durchsatzes
- Reduktion der Störfallbehebungszeit (Verfügbarkeit von Personal)

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel dieser Arbeit war es, ein Konzept zu erstellen, das es der Knapp Systemintegration GmbH ermöglicht, ihren Kunden eine Nachrüstung von Industrie 4.0 zu ermöglichen. Nach den ersten Interviews mit Bestandskunden war sehr schnell klar, dass vor allem Kunden in Deutschland großes Interesse an diesem Projekt haben und sich der Bedeutung von Industrie 4.0 bewusst sind.

Bezogen auf das Gesamtkonzept (Abbildung 38), das dem Unternehmen als Roadmap dienen soll, sind noch einige Schritte in die Wege zu leiten, um an den Kunden herantreten zu können. Dabei ist die Konkretisierung des Basismoduls „Data Generation“ von größter Bedeutung. In diesem Bereich wurde für das Modul Sensorik schon ein Folgeprojekt von der Knapp AG an die Montanuniversität in Leoben (Lehrstuhl für Fördertechnik und Konstruktionslehre) in Auftrag gegeben. Als nächsten Schritt müssen Knapp AG und Knapp Systemintegration GmbH gemeinsam erheben, welche Daten bereits generiert und wie diese gespeichert werden, um das Modul Performance Daten detailliert ausarbeiten zu können. Im Bereich Daten Infrastruktur wurden bereits Folgeprojekte mit der Know-Center GmbH vereinbart. Es sollten aber unter Umständen auch Experten des Raiffeisen Rechenzentrums herangezogen werden, um eine Datenspeicher-Strategie gemeinsam mit Knapp festzulegen.

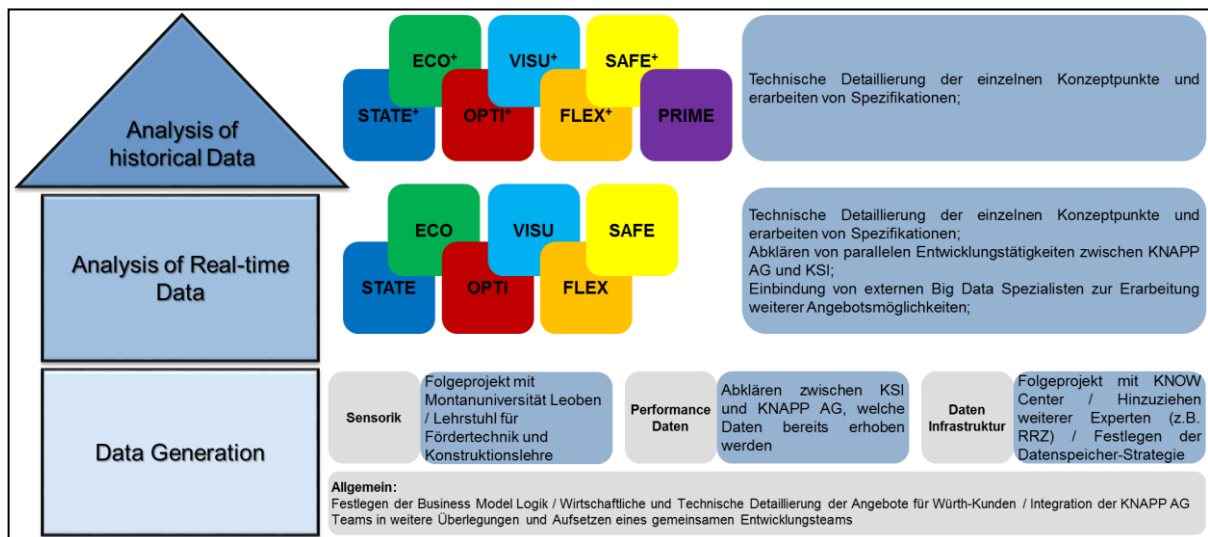


Abbildung 38: Weitere Schritte im Gesamtkonzept

Für die zweite und dritte Phase des Gesamtkonzepts ist es wichtig die einzelnen Konzeptpunkte technisch zu beschreiben und Spezifikationen zu erarbeiten. Um den bestmöglichen Output aus den beiden Phasen generieren zu können, sollten externe Spezialisten für Big Data eingebunden werden, um noch weitere Angebotspunkte zu erarbeiten.

Um das Projekt zeitnah umsetzen zu können ist es ganz allgemein wichtig, dass Knapp eine Business Model Logik festlegt, die es ermöglicht an die Kunden heranzutreten. Außerdem sollten die Angebote für die beiden Pilotkunden weiterhin technisch und wirtschaftlich detailliert werden, um für die Zukunft auf ein vollständig dokumentiertes Projekt zurückgreifen zu können.

Diese Arbeit dient als Handlungsempfehlung und zeigt Schritte auf, die getan werden müssen, um dem Kunden die bestmögliche Lösung hinsichtlich einer Nachrüstung von Industrie 4.0 bieten zu können. Nach der technischen Spezifikation und den ersten Schritten werden auch Teile dieses Gesamtkonzepts adaptiert werden müssen.

Grundsätzlich muss sich die Knapp Systemintegration GmbH überlegen Teams der Knapp AG in ihr Projekt zu integrieren und umgekehrt, um den bestmöglichen Output für die Kunden zu erreichen. Beide Firmen haben schon sehr viel in Richtung Industrie 4.0 gearbeitet und sollten ihr Wissen nun verknüpfen, um gemeinsam einen großen Schritt in die richtige Richtung zu machen.

Zusammenfassend befinden sich sowohl die Knapp Systemintegration GmbH als auch die Knapp AG auf einem sehr guten Weg in Richtung Industrie 4.0. Für die Zukunft ist es nun wichtig, zielgerichtet und gemeinsam an der Umsetzung zu arbeiten.

## 8 Literaturverzeichnis

Amit, Raphael/Zott, Christoph (2001): Value Creation in E-Business, in: Strategic Management Journal 22, S. 439–520.

Barkawi, Carena/Baader, Andreas/Köbberling, Veronika (2016): Service 4.0. After Sales Service im Zeitalter der digitalen Transformation, in: Barkawi Management Consultants.

Bauernhansl, Thomas/Hompel, Michael ten/Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.) (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung · Technologien · Migration, Wiesbaden.

Borchardt, Andreas/Göthlich, Stephan E. (2007): Erkenntnisgewinnung durch Fallstudien, in: Albers, Sönke (Hrsg.): Methodik der empirischen Forschung, Wiesbaden, S. 33–48.

Broy, Manfred (2010): Cyber-Physical Systems - Wissenschaftliche Herausforderungen bei der Entwicklung, in: Broy, Manfred (Hrsg.): Cyber-Physical Systems. Innovation Durch Software-Intensive Eingebettete Systeme, Berlin, Heidelberg, S. 17–31.

Büttner, Karl-Heinz (2014): Use Case Industrie 4.0 - Fertigung im Siemens Elektronikwerk Amberg, in: Bauernhansl, Thomas/Hompel, Michael ten/Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung · Technologien · Migration, Wiesbaden, S. 121–144.

Chevalier, Roger/Pattera, Martin (2008): Mit der "Outcome-Driven Innovation Methode" zum Markterfolg. So entwickeln Sie aus Kundenaussagen bahnbrechende Innovationen!, in: WING business, Nr. 1, S. 21–24.

Diekmann, Andreas (2014): Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen, 9. Aufl., Reinbek bei Hamburg.

Freund, Curt (2010): Die Instandhaltung im Wandel, in: Schenk, Michael (Hrsg.): Instandhaltung technischer Systeme. Methoden und Werkzeuge zur Gewährleistung eines sicheren und wirtschaftlichen Anlagenbetriebs, Berlin, Heidelberg, S. 1–22.

Gassmann, Oliver/Frankenberger, Karolin/Csik, Michaela (2013): Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator, 1. Aufl., s.l.



- Günthner, Willibald/Kenk, Eva/Tenerowicz-Wirth, Peter (2014): Adaptive Logistiksysteme als Wegbereiter der Industrie 4.0, in: Bauernhansl, Thomas/Hompel, Michael ten/Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung · Technologien · Migration, Wiesbaden, S. 297–323.
- Günthner, Willibald/Razvan, Chisu/Kuzmany, Florian (2010): Die Vision vom Internet der Dinge, in: Günthner, Willibald/Hompel, Michael ten (Hrsg.): Internet der Dinge in der Intralogistik, Berlin, Heidelberg, S. 43–46.
- Hodapp, Wilhelm (2009): Die Bedeutung einer zustandorientierten Instandhaltung - Einsatz und Nutzen in der Investitionsgüterindustrie, in: Reichel, Jens/Müller, Gerhard/Mandelartz, Johannes (Hrsg.): Betriebliche Instandhaltung, Berlin, S. 135–150.
- Huber, Anton S. (2013): Das Ziel Digital Enterprise: die professionelle digitale Abbildung von Produktentwicklung und Produkten, in: Sandler, Ulrich (Hrsg.): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM, Berlin, Heidelberg/s.l., S. 111–124.
- Kaplan, Robert S./Norton, David P. (1992): The Balanced Scorecard - Measures that Drive Performance, in: Harvard Business Review, S. 70–79.
- Kaufmann, Timothy (2015): Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge. Der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit, Wiesbaden.
- Knapp AG: Trends & Entwicklungen im After Sales Service des Industrie 4.0-orientierten Anlagenbaues.
- Obermaier, Robert (2016): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe: Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe, in: Obermaier, Robert (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderungen, Wiesbaden, S. 3–34.
- Osterwalder, Alexander/Pigneur, Yves (2013): Business model generation. A handbook for visionaries, game changers, and challengers, 1. Aufl., Hoboken, NJ.
- Pawellek, Günther (2016): Integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik. Vorgehensweisen, Methoden, Tools, 2. Aufl., Berlin/Heidelberg.
- Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2014): Industrie 4.0 Whitepaper FuE-Themen.
- Plattform Industrie 4.0 in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftlichen Beirat (2015): Industrie 4.0. Whitepaper FuE-Themen.

- Proksch, Rüdiger (1999): Auftragsplanung und -steuerung der Instandhaltung in dezentralen Produktionsstrukturen, in: Westkämper, Engelbert/Sihn, Wilfried/Stender, Siegfried (Hrsg.): Instandhaltungsmanagement in neuen Organisationsformen, Berlin, Heidelberg/s.l., S. 81–120.
- Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft (2013): Umsetzungsempfehlung für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0.
- Ramsauer, Christian (2013): Industrie 4.0 - Die Produktion der Zukunft, in: WING business, Nr. 3, S. 6–12.
- Rehäuser, Jakob/Krcmar, Helmut (1996): Wissensmanagement im Unternehmen, in: Schreyögg, Georg/Conrad, Peter (Hrsg.): Managementforschung 6. Wissensmanagement, Berlin/New York, S. 1–40.
- Russwurm, Siegfried (2013): Software: Die Zukunft der Industrie, in: Sendler, Ulrich (Hrsg.): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM, Berlin, Heidelberg/s.l., S. 21–36.
- Schröder, Werner (2010): Ganzheitliches Instandhaltungsmanagement. Aufbau, Ausgestaltung und Bewertung, 1. Aufl., Wiesbaden.
- Sendler, Ulrich (Hrsg.) (2013): Industrie 4.0. Beherrschung der industriellen Komplexität mit SysLM, Berlin, Heidelberg/s.l.
- Spath, Dieter (Hrsg.) (2013): Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. [Studie], Stuttgart.
- Töpfer, Armin (2012): Erfolgreich Forschen. Ein Leitfaden für Bachelor-, Master-Studierende und Doktoranden, 3. Aufl., Berlin/Heidelberg.
- Ulwick, Anthony W. (2005): What customers want. Using outcome-driven innovation to create breakthrough products and services, New York.
- Vogel-Heuser, Birgit (2014): Herausforderungen und Anforderungen aus Sicht der IT und der Automatisierungstechnik, in: Bauernhansl, Thomas/Hompel, Michael ten/Vogel-Heuser, Birgit (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung · Technologien · Migration, Wiesbaden, S. 4–48.
- Wildemann, Horst/Hausladen, Iris (2005): Instandhaltungsmanagement effizient gestalten, München.

## 9 Internetquellenverzeichnis

**https://www.knapp.com:** Graz, <https://www.knapp.com/company>,  
<https://www.knapp.com/de/systemintegration/211?sid=18g0pajokfcliplsdkerqgg2j7>  
Zugriffsdatum: 08.09.2016

**http://www.maschinenmarkt.vogel.de:** Würzburg,  
[http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanaele/automatisierung/fertigungsautomatisierung\\_prozessautomatisierung/articles/443877/?cmp=nl-97](http://www.maschinenmarkt.vogel.de/themenkanaele/automatisierung/fertigungsautomatisierung_prozessautomatisierung/articles/443877/?cmp=nl-97), Zugriffsdatum  
14.09.2016

**http://www.manager-magazin.de:** Hamburg, <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/it/industrie-4-0-wem-gehoert-kuenftig-der-kunde-a-1045769.html>, Zugriffsdatum: 29.10.2016

**http://www.optro.de:** Burscheid, <http://www.optro.de/stationaere-absicherung-personen-notsignal-anlage/personen-notsignal-anlage-zentrale>, Zugriffsdatum:  
29.09.2016

## 10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Stufen der Industriellen Revolution.....	6
Abbildung 2: Zwiebelschalenstruktur CPSs.....	7
Abbildung 3: Industrie 4.0 und die Smart Factory als Teil des Internets der Dinge und Dienste .	9
Abbildung 4: 17 Thesen des Wissenschaftlichen Beirats .....	13
Abbildung 5: Überblick über die Themenfelder.....	14
Abbildung 6: Internet der Dinge ermöglicht hierarchieloses Materialflusssystem auf Basis autonomer, intelligenter und kooperierender Entitäten.....	19
Abbildung 7: “KNAPP Service 360°+” .....	22
Abbildung 8: Service-Komplettprogramm Knapp AG.....	24
Abbildung 9: Entwicklungsetappen der Instandhaltung .....	26
Abbildung 10: Typische Lebenszyklusphasen einer technischen Anlage .....	28
Abbildung 11: Verlauf der Ausfallsrate .....	29
Abbildung 12: Instandhaltungsstrategien.....	30
Abbildung 13: Entwicklung der Anteile von Instandhaltungsstrategien .....	33
Abbildung 14: Mögliche Diagnosearten.....	34
Abbildung 15: Technisches Prinzip und zugehörige Diagnoseart .....	35
Abbildung 16: Vorgehensweise zur Einführung der Maschinendiagnose.....	36
Abbildung 17: Vor- und Nachteile verschiedener Diagnosearten.....	37
Abbildung 18: Business Model Canvas .....	41
Abbildung 19: Das magische Dreieck mit den vier Dimensionen eines Geschäftsmodells .....	41
Abbildung 20: St. Galler Business Model Navigator™ .....	44
Abbildung 21: Opportunity Landscape den Kategorien zugeordnet.....	65
Abbildung 22: Outcomes den Paketen zugeordnet .....	67
Abbildung 23: Opportunity Landscape den Paketen zugeordnet.....	68
Abbildung 24: Ausgewählte Business Modelle .....	70
Abbildung 25: Entwicklungsmöglichkeiten des Knapp – Service Business Models.....	70
Abbildung 26: Verfügbarkeit bei einem Bestandskunden .....	71
Abbildung 27: Basis-Struktur des Gesamtkonzepts.....	72
Abbildung 28: Vorschlag Business-Model .....	73

---

Abbildung 29: Konzeptteile Data Generation.....	74
Abbildung 30: Möglichkeit der Dateninfrastruktur .....	75
Abbildung 31: Konzeptteile Analysis of Real-time Data .....	76
Abbildung 32: Konzeptteile Analysis of historical Data .....	78
Abbildung 33: Übersicht der Leistungen für Pilotkunde 1 .....	81
Abbildung 34: Übersicht der Leistungen für Pilotkunde 2 .....	93
Abbildung 35: Visualisierung des Ersatzteilmanagements .....	104
Abbildung 36: Derzeitiger Stand des Problemmanagements.....	106
Abbildung 37: Idee zur Umsetzung vom automatisierten Problemmanagement .....	106
Abbildung 38: Weitere Schritte im Gesamtkonzept .....	110
Abbildung 39: Anlagenflexibilität .....	xiv
Abbildung 40: Steigerung Prozessqualität.....	xiv
Abbildung 41: Arbeitserleichterung Mitarbeiter .....	xiv
Abbildung 42: Reduktion Prozesskosten.....	xiv
Abbildung 43: Reduktion Prozesszeit.....	xiv
Abbildung 44: Image beim Kunden .....	xiv
Abbildung 45: Mitbewerber .....	xiv
Abbildung 46: Endgeräte zur Datenanzeige .....	xix

## 11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklungsstufen von Produktion und Logistik auf dem Weg zu Industrie 4.0 .....	17
Tabelle 2: Interviewpartner für qualitative Interviews .....	62
Tabelle 3: Performance-Daten .....	74
Tabelle 4 : Beispiele für Anlagenauslastung.....	87
Tabelle 5: Auswertung der Interviewfrage 1 .....	xii
Tabelle 6: Antworten der Interviewpartner zu Frage 4.....	xv
Tabelle 7: Antworten der Interviewpartner zu Frage 5.....	xvi
Tabelle 8: Antworten der Interviewpartner zu Frage 10.....	xviii
Tabelle 9: Potential für Energieeffizienzsteigerung.....	xx
Tabelle 10: Logistische Schwachstellen .....	xxi
Tabelle 11: Technische Probleme bei der bestehenden Anlage.....	xxi
Tabelle 12: Technische Gebrechen, die zu Stillstandzeiten führen.....	xxiii
Tabelle 13: Software/IT Probleme, die zu Stillstandzeiten führen .....	xxiv
Tabelle 14: Logistische Probleme, die zu Stillstandzeiten führen .....	xxiv
Tabelle 15: Umsatzpotentiale durch Industrie 4.0.....	xxx

## 12 Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CM	Condition Monitoring
CMMS	Computerised Maintenance Management System
CPS	Cyber physical systems
etc.	et cetera
KSI	Knapp Systemintegration GmbH
ODI	Outcome-Driven Innovation
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
uvm.	und viel mehr
WCS	Warehouse Control System
usw.	und so weiter
uvm.	und vieles mehr
zB	zum Beispiel

## Anhang A: Fragebogen Deutsch und Englisch

### Industrie 4.0 Verständnis

Was verstehen Sie unter Industrie 4.0?

	Ja	Nein	Relevant
- Materialfluss Nachverfolgbarkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Condition Monitoring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- intelligentes/proaktives Ersatzteilmanagement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Mensch – Maschine Interaktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Maschine – Maschine Interaktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Datenaufzeichnung und -analyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Automatisierung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Kommunikation vom Endkunden direkt zur Anlage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Assistenzsysteme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Mitarbeitermotivationssteigernde Systeme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Mitarbeiterinformationssysteme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Energieeffizienzsteigerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Sonstiges	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(ausfüllen)

Welche Industrie 4.0 Anwendungen/Services haben Sie Ihrer Meinung nach in Ihrem Unternehmen bereits umgesetzt bzw. befinden sich in der Planung zur Umsetzung?

---



---



---

Welche Motivation steht hinter Ihrem Bestreben Industrie 4.0 umzusetzen?

	hoch	mittel	niedrig
- Image bei Kunden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Mitbewerber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Reduktion der Prozesszeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Steigerung der Prozessqualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Reduktion von Prozesskosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Erhöhung der Anlagenflexibilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Arbeitserleichterung für Mitarbeiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Welche Anwendungen von Industrie 4.0 Technologien kennen Sie von Mitbewerbern?

---



---



---



**Technische Umsetzung von Industrie 4.0**

Welche technischen Auswertungen/Informationen hätten Sie gerne über Ihre Anlage?

---

---

---

Wären Sie grundsätzlich dazu bereit, Daten außer Haus zu speichern?

---

---

---

Wie würde eine Trendanalyse zu Ihrer Durchsatzentwicklung die zukünftige Planung beeinflussen?

---

---

---

Hätten Sie Interesse an einem CMMS (Computerized Maintenance Management System) System für Ihre Techniker?

Ja       Nein

---

---

Würden Sie Ihre Instandhaltungsintervalle auf Basis eines Condition Monitoring Systems flexibel gestalten?

Ja       Nein

---

---

Besteht der Bedarf ein Drittsystem an die Datenschnittstellen anzubinden?

---

---

---

Auf welchen Endgeräten wollen Sie Ihre Daten abbilden können?

---

---

---

Wo sehen Sie das größte Potential für Energieeffizienzsteigerung in Ihrem Lager?

---

---

---

**Probleme bei der bestehenden Anlage?**

Wo sehen Sie die größten Schwachstellen in Ihrem Lager?

Bzgl. technischer Hinsicht:

---

---

---

Bzgl. logistischer Hinsicht:

---

---

---

Wie könnte Industrie 4.0 Ihrer Meinung nach Abhilfe schaffen?

---

---

---

Wodurch kommen in Ihrem Lager häufig Stillstandzeiten zustande?

Technische Gebrechen:

---

Software/IT Probleme:

---

Logistische Probleme:

---

Würden Sie bestehende Systeme upgraden (Investition), um die Fehlerrate zu senken?

---

---

---

**Wirtschaftliche Aspekte von Industrie 4.0**

Wie schätzen Sie die Vorteile durch eine proaktive Störfallanalyse ein?

---

---

---

---

Welchen Nutzen könnten Sie aus einer Bereichsanalyse Ihrer Anlage ziehen? (in Bezug auf Auslastung und Warenfluss der einzelnen Bereiche)

---

---

---

---

Welche Kennzahlen/logistischen Werte sind für Ihre Anlage interessant?

---

---

---

---

An welchen Kennzahlen werden Sie von Ihren Kunden gemessen?

---

---

---

---

Inwiefern würden Sie von einem intelligentem Ersatzteilmanagementsystem profitieren?

---

---

---

---

Welche wirtschaftlichen Kennwerte ziehen Sie für die Investitionsbewertung heran und ab wann wird eine Investition als wirtschaftlich gesehen? (Amortisationszeiten, ROI,...)

---

---

---

---

Welche Prozesse verursachen die höchsten Kosten im Betrieb der Anlage? (ev. Prozentangabe)

---

---

---

---

Welche zusätzlichen Umsatzpotentiale sehen Sie durch Industrie 4.0 bzw. wofür wären Ihre Kunden bereit zusätzlich zu bezahlen?

---

---

---

---

Haben Sie noch weitere Wünsche oder Anregungen bzgl. Industrie 4.0 Anwendungen an Ihrer Anlage?

---

---

---

---

---

---

**Understanding of Industry 4.0 (Smart Factory)**

What do you understand under the term Industry 4.0 (Smart Factory)?

	Yes	No	Relevant
- Tracing of the material flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Condition Monitoring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Smart/ pro active management of spare parts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Man – Machine Interaction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Machine – Machine Interaction	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Data recording and analysis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Automation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Direct communication of end user to machine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Assistance systems	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Systems to increase employee motivation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Employee information systems	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Increase of energy efficiency	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Others	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(complete)

---

Which Industry 4.0 (Smart Factory) applications/services have you already implemented in your company or are already in planning to implement according to your opinion?

---



---



---

What is your motivation to implement Industry 4.0 (Smart Factory)?

	high	medium	low
- Image with customer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Competitor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Reduction of process time	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Increase of process quality	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Reduction of process costs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Increase the flexibility of your plant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Work simplification for employees	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Which Industry 4.0 (Smart Factory)-technology applications do you already know from your competitor?

---



---



---

**Technical Implementation of Industry 4.0 (Smart Factory)**

Which technical evaluation/information do you want to have of your plant?

---

---

---

Are you principally willing to save your data apart from your own company?

---

---

---

How could a trend analysis to your throughput progress influence your forecast?

---

---

---

Are you interested in a CMMS (Computerized Maintenance Management System) system for your technicians?

Yes

No

---

---

Based on a condition monitoring system would you organize your maintenance interval flexible?

Yes

No

---

---

Is there any demand to connect a third system with a data interface?

---

---

---

On which devices do you want to illustrate your data?

---

---

---

Where do you see the highest potential to increase your energy efficiency in your storage?

---

---

---

**Problems with the existing plant?**

Where do you see the most serious weaknesses in your storage?

Related to technical terms:

---

---

---

Related to logistic terms:

---

---

---

How can Industry 4.0 helps you with that weaknesses in your opinion?

---

---

---

What are the most common causes for downtime in your storage?

Technical defects:

---

---

---

Software/IT problems:

---

---

---

Logistical problems:

---

---

---

Would you upgrade your existing systems (investment) to decrease your error rate?

---

---

---

**Economical aspects of industry 4.0**

How do you assess the advantages of a proactive incident analysis?

---

---

---

Which benefit could you have from a field analysis of your plant? (according to capacity and production flow of the individual areas)?

---

---

---

Which key performance indicators (KPI)/ logistical values could be interested for your plant?

---

---

---

Which of your KPI are the most important for your customers?

---

---

---

How can you have a benefit of an intelligent spare part management?

---

---

---

Which economical KPI do you use for an investment evaluation and on which point of view an investment is economical? (payback period, ROI,...)

---

---

---

---



Which processes cause the substantial costs during operation in your plant? (%-value)

---

---

---

---

Which additional sales potential do you see because of industry 4.0? For which one would your customer pay extra money?

---

---

---

---

Are there any other wishes or ideas for industry 4.0 application in your plant?

---

---

---

---

---

---

## Anhang B: Ergebnisse der Kundenbefragung

In diesem Kapitel werden in weiterer Folge die Antworten aller Interviewpartner pro Frage ausgewertet.

### Frage 1: Was verstehen Sie unter Industrie 4.0?

Wie im Anhang ersichtlich, wurden bei Frage 1 mehrere Antwortmöglichkeiten vorgegeben, die darauf abzielen das Verständnis von Industrie 4.0 der Interviewpartner abzufragen. Tabelle 5 stellt nun die Antworten der einzelnen Interviewpartner übersichtlich dar. Die Antworten zu dem Punkt „Sonstiges“ sind hier angeführt:

Der Betriebstechniker von Pilotkunde 2 hat angegeben, dass er Automatisierung nicht im Zusammenhang mit Industrie 4.0 sieht, weil dieses Thema schon vor dem Hype um diesen Begriff äußerst wichtig war.

Die anderen Interviewpartner haben folgende Punkte genannt:

- Leiter der Betriebstechnik – Pilotkunde 1
  - Vorausschauende Wartung
  - Störfallanalyse
- Logistikleiter und Innovationsmanagerin – Pilotkunde1
  - Alle angeführten Punkte sind wichtig, jedoch ist immer die Kosten-/Nutzenfrage zu stellen.
- Betriebstechniker – Pilotkunde 2
  - Materialfluss Nachverfolgbarkeit bei neuer Anlage ein sehr großes Thema
  - Intelligentes Ersatzteilmanagement nicht so relevant, da derzeit ein eigenes System installiert ist, das ausreicht.
- Niederlassungsleiter – Unternehmung 4
  - Trendanalysen
- Logistikleiter – Unternehmen 5
  - Verschiebung von Datenmengen sollen in Grenzen gehalten werden
- Logistikleiter – Unternehmen 7
  - Daten sammeln und analysieren

Antwortmöglichkeiten	Antwort Ja	Antwort Nein
Materialflussnachverfolgbarkeit	8 von 9	1 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik
Condition Monitoring	8 von 9	1 von 9 Unternehmen 5
Intelligentes/proaktives Ersatzteilmanagement	7 von 9	2 von 9 Pilotkunde 2, Unternehmen 7
Mensch-Maschine Interaktion	5 von 9	4 von 9 Pilotkunde 1 - Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Unternehmen 5, Unternehmen 6
Maschine-Maschine Interaktion	8 von 9	1 von 9 Unternehmen 7
Daten Aufzeichnung und Analyse	9 von 9	-
Automatisierung	8 von 9	1 von 9 Pilotkunde 2
Kommunikation von Endkunden direkt zur Anlage	7 von 9	2 von 9 Unternehmen 6, Unternehmen 7
Assistenzsysteme	8 von 9	1 von 9 Unternehmen 7
Mitarbeitermotivationssteigernde Systeme	4 von 9	5 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Pilotkunde 2, Unternehmen 5, Unternehmen 6, Unternehmen 7
Mitarbeiterinformationssysteme	5 von 9	4 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Pilotkunde 2, Unternehmen 5, Unternehmen 6
Energieeffizienzsteigerung	7 von 9	2 von 9 Pilotkunde 2, Unternehmen 5

Tabelle 5: Auswertung der Interviewfrage 1

Frage 2: Welche Industrie 4.0 Anwendungen/Services haben Sie Ihrer Meinung nach in Ihrem Unternehmen bereits umgesetzt bzw. befinden sich in der Planung zur Umsetzung?

- Leiter der Betriebstechnik – Pilotkunde 1  
Anlagenschnittstelle bis zum Endkunden, Automatisierung, Datenaufzeichnung und Analyse
- Logistikleiter – Pilotkunde 1  
Kanban vor Ort intelligenter machen, Interaktionsmöglichkeiten bieten, Bestellung vollkommen automatisieren (intelligenter Behälter), Open Shuttle bereits im Haus, schnellerer Datenaustausch mit dem Kunden, Ergonomie und Leistungssteigerung sehr wichtiger Bestandteil (noch nichts Konkretes umgesetzt)
- Innovationsmanagerin – Pilotkunde 1  
Kundensysteme zur automatischen Bestellauslösung (RFID, IBIN, Display intelligente Interaktion), Logistik bspw. Open Shuttles
- Betriebstechniker – Pilotkunde 2  
Materialfluss-Nachverfolgbarkeit, da Aufträge nicht mehr aktiv bearbeitet werden müssen. Der Auftrag kommt ins Shuttle und nach spätestens 45 Minuten ist dieser im Versand. Dadurch kann auftragsgenau gearbeitet werden.  
  
IPC Scanner, scannt lediglich Pickzettel aber der Lieferschein ist bereits im Versand. Pickzettel sollen abgeschafft werden.  
  
Online Übersicht für den Kunden, wo sich die Ware in der Unternehmung befindet. (Verpackung oder Versand)
- Niederlassungsleiter – Unternehmen 4  
Planung für Energieeffizienz, Lagerüberwachung mit verschiedenen Applikationen, Motivationssysteme, die nicht Software basierend sind
- Logistikleiter – Unternehmen 5  
Intelligentes Ersatzteilmanagement, Störungsauswertung 1x monatlich und dadurch Produktivitätssteigerung, Stromaufnahmemessung, bereits in Planung befindet sich die Aufzeichnung, welche Artikel „rein-raus“ gehen.
- Logistikleiter – Unternehmen 6  
Planung und Umsetzung von Open Shuttles

Frage 3. Welche Motivation steht hinter Ihrem Bestreben Industrie 4.0 umzusetzen

Die Auswertung zur Frage 3 ist von Abbildung 39 bis Abbildung 45 ersichtlich.

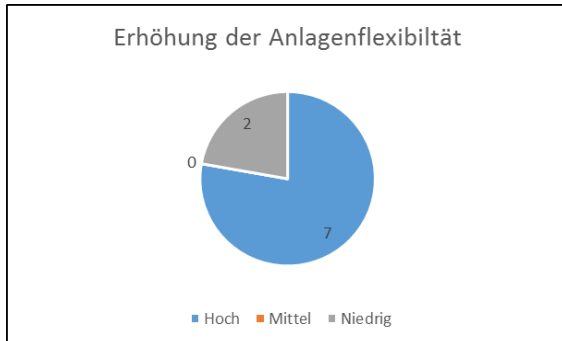


Abbildung 39: Anlagenflexibilität

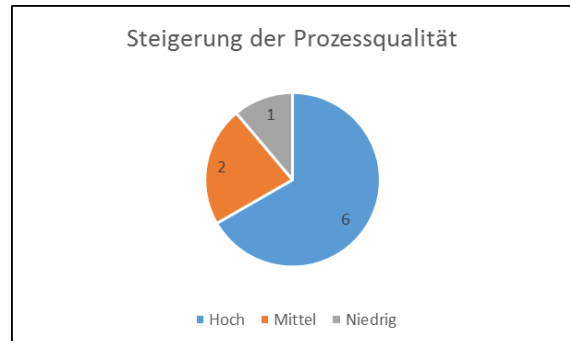


Abbildung 40: Steigerung Prozessqualität

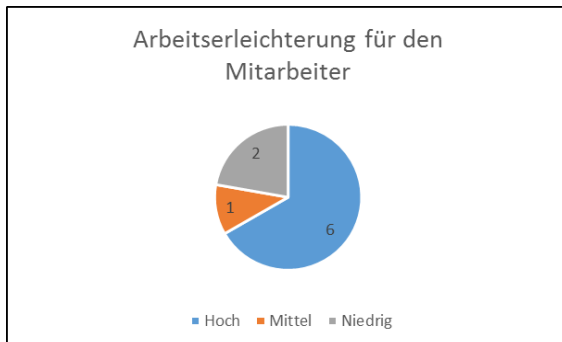


Abbildung 41: Arbeits erleichterung Mitarbeiter

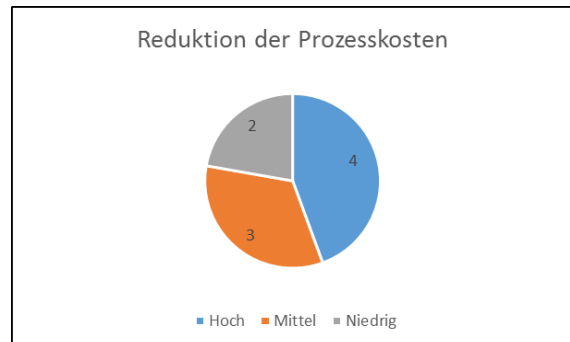


Abbildung 42: Reduktion Prozesskosten

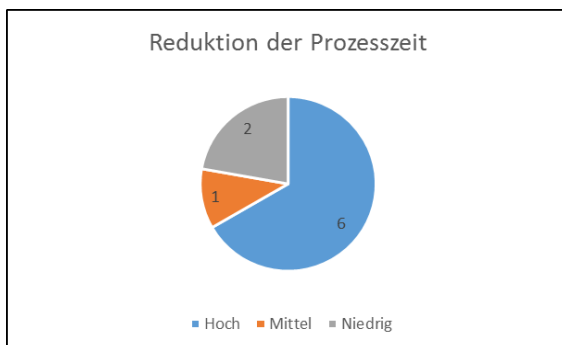


Abbildung 43: Reduktion Prozesszeit

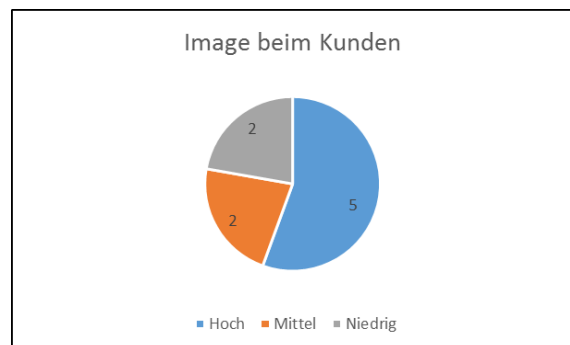


Abbildung 44: Image beim Kunden

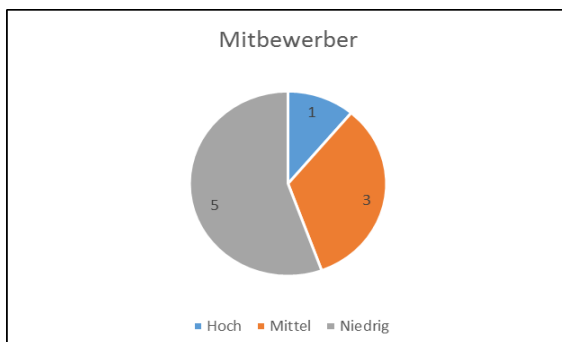


Abbildung 45: Mitbewerber

Frage 4: Welche Anwendungen von Industrie 4.0 Technologien kennen Sie von Mitbewerbern?

In Tabelle 6 sind die Antworten der Interviewpartner zu dieser Frage übersichtlich gegliedert.

<b>Antworten der Interviewpartner</b>	
Keine	5 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik; Unternehmen 3, Unternehmen 4, Unternehmen 6, Unternehmen 7
Intelligente Schichtplanung	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Fahrerlose Transportsysteme	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Bedarfsgesteuerte, visuelle Produktion	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Kommunikationssysteme	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Behältertracking	1 von 9 Unternehmen 5
Automatisierter Einlagervorgang	1 von 9 Unternehmen 5
Auslieferung abfotografieren	1 von 9 Unternehmen 5
Vollautomatische Lager	1 von 9 Pilotkunde 2

Tabelle 6: Antworten der Interviewpartner zu Frage 4

Frage 5: Welche technischen Auswertungen/Informationen hätten Sie gerne über Ihre Anlage?

Die genannten Informationen der Interviewpartner sind in Tabelle 7 angeführt. Einige Antworten wurden von mehreren unabhängig voneinander genannt.

<b>Antworten der Interviewpartner</b>	
Zustandsdaten zu wartungsrelevanten Komponenten	3 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Leiter der Betriebstechnik
Temperaturüberwachung im gesamten Anlagenbereich	1 von 9 Unternehmen 5
Ersatzteilverwaltung bzw. Ersatzteilmanagement	4 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 6
Gesamtlaufzeit der Anlage	1 von 9 Unternehmen 6
Proaktives Systemupgrade	3 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Unternehmen 7
Lebenszyklus der technischen Elemente – Frühwarnsystem – Monitoring	3 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Leiter der Betriebstechnik
Stillstandzeit: Was? Wann? Wie lange? Warum? Wie häufig?	1 von 9 Pilotkunde 2
Detaillierte Fehleranalyse	1 von 9 Pilotkunde 2

Tabelle 7: Antworten der Interviewpartner zu Frage 5

Frage 6: Wären Sie grundsätzlich dazu bereit, Daten außer Haus zu speichern?

Grundsätzlich sind 8 der 9 befragten Interviewpartner bereit die Daten außer Haus zu speichern, jedoch hat jeder Interviewpartner Bedenken geäußert:

- Private Cloud wäre für Pilotkunden 1 in Ordnung (Pilotkunde 1 – Logistikleiter und Innovationsmanagerin)
- Prozessrelevante Daten nicht (Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik)
- SPS Daten sind kein Problem, jedoch keine kundenabhängigen Daten (Pilotkunde 2)
- Sicherheitsfrage (Unternehmen 3)
- Vertragsabhängig (Unternehmen 6)
- Bereits eigenes Data Center in Betrieb (Unternehmen 7)

Generell ausgeschlossen hat es lediglich Unternehmen 5.

Frage 7: Wie würde eine Trendanalyse zu Ihrer Durchsatzentwicklung die zukünftige Planung beeinflussen?

Es waren sich 8 der 9 Interviewpartner einig, dass eine Trendanalyse aus verschiedensten Gründen sehr hilfreich wäre. Lediglich der Leiter der Betriebstechnik (Pilotkunde 1) konnte eine Auswirkung der Trendanalyse nicht einschätzen.

Folgende Gründe wurden von den Interviewpartnern genannt, die für eine Trendanalyse sprechen:

- Teilweise bereits in Verwendung (Unternehmen 3, Unternehmen 4)
- Strategien zur Durchsatzsteigerung (Unternehmen 4, Unternehmen 5)
- Planung für Reinigung und Teiletausch (Unternehmen 5)
- Verbesserung von Wartungs-/Instandhaltungsintervallen (Unternehmen 5)
- Strategien für zukünftige Investitionen (Pilotkunde 2, Unternehmen 4)
- Steigerung der Flexibilität (Unternehmen 5)



Frage 8: Hätten Sie Interesse an einem CMM System für Ihre Techniker?

Das Interesse an diesem System ist bei 8 von 9 Interviewpartnern sehr groß. Die Gründe dafür sind unterschiedlich:

- Verbesserte Störfallaufzeichnung (Unternehmen 5)
- Optimierte Wartungsintervalle (Pilotkunde 2, Unternehmen 5)

Für Pilotkunde 1 stellt sich für alle 3 Befragten die Kostenfrage bzw. ist es ihnen ein Anliegen, dass auch andere Anlagen/Lieferanten an dieses System angebunden werden können.

Für Unternehmen 7 ist dieses System nicht interessant, da der Logistikleiter die Komplexität seiner Anlage nicht so hoch einschätzt, dass sie ein solches System benötigen würde.

Frage 9: Würden Sie Ihre Instandhaltungsintervalle auf Basis eines Condition Monitoring Systems flexibel gestalten?

Von 9 befragten Personen würden 8 ihre Instandhaltungsintervalle anpassen. Lediglich Pilotkunde 2 würde die Intervalle nicht ändern. Der Betriebstechniker findet die Intervalle, die von Knapp vorgegeben sind im laufenden Betrieb zu gering und daher wäre die Belastung für die Mitarbeiter zu hoch.

Frage 10: Besteht der Bedarf ein Drittsystem an die Datenschnittstelle anzubinden?

Die Unternehmungen haben Folgendes angegeben:

<b>Antworten der Interviewpartner</b>	
Bereits heute Drittsysteme an Datenschnittstelle angebunden	6 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Pilotkunde 2, Unternehmen 5, Unternehmen 6, Unternehmen 7
Keine Antwort / Kein Bedarf	3 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 3, Unternehmen 4

Tabelle 8: Antworten der Interviewpartner zu Frage 10

Unternehmen 5 hat bereits etliche Unterprogramme in Verwendung, zB Integration von Unterprogrammen in SAP befindet sich gerade in Umsetzung, Apple Geräte in Verwendung.

Auch Pilotkunde 1 gibt an, dass Drittsysteme bereits integriert sind, und zwar in Form von Kunden ERP-Systeme mit Anlage kommunizieren lassen. Für diese Unternehmung wäre es von Vorteil, könnten Hard- und Softwarekomponenten anderer Lieferanten in ein gemeinsames System integriert werden.

Bei Pilotkunden 2 sind ebenfalls bereits Drittsysteme angebunden und mit der Knapp Systemintegration GmbH sind Exklusivverträge vereinbart, die vorsehen, dass kein Mitarbeiter selbst Programmierungen vornehmen kann.

Frage 11: Auf welchen Endgeräten wollen Sie Ihre Daten abbilden können?

Bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich.

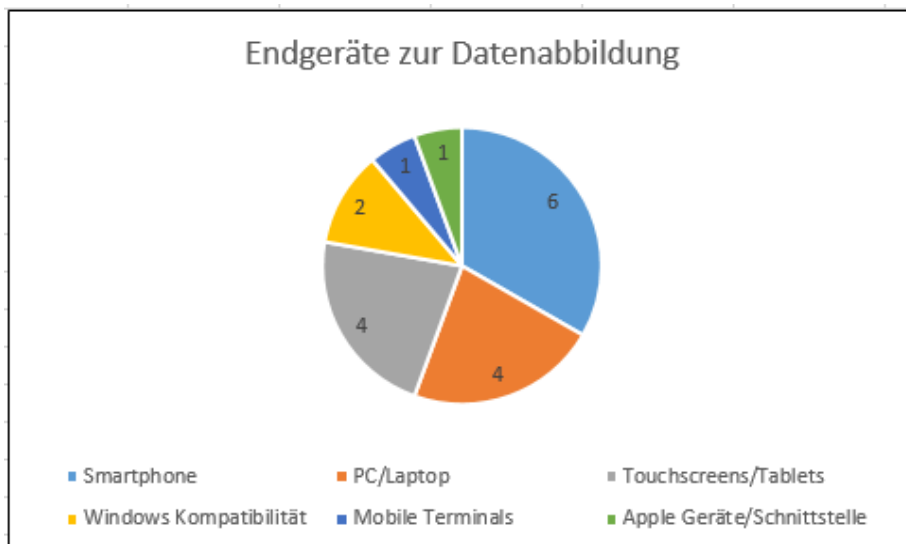


Abbildung 46: Endgeräte zur Datenanzeige

Frage 12: Wo sehen Sie das größte Potential für Energieeffizienzsteigerung in Ihrem Lager?

Das größte Potential für Energieeffizienzsteigerung sehen die Kunden bei den An-/Abschaltzeiten der Anlage. Dabei geht es darum, dass gewisse Teilstrecken, wenn sie länger nicht in Betrieb sind, sich automatisch ausschalten, um Energie zu sparen.

Antworten der Interviewpartner	
An-/Abschaltzeiten bestimmter Anlagenteile -) intelligente Abschaltung von Teilstrecken -) „Smart conveyor Systeme“	8 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Leiter der Betriebstechnik, Pilotkunde 2, Unternehmen 3, Unternehmen 4, Unternehmen 5, Unternehmen 6
Schichtoptimierung	1 von 9 Unternehmen 4
Beleuchtungssteuerung	3 von 9 Unternehmen 3, Unternehmen 6, Unternehmen 7
Pneumatik und Leckagen	2 von 9 Unternehmen 6, Unternehmen 7
Ökobilanz für eingesetzte Antriebe	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin,
Intelligente Lampensteuerung	1 von 9 Pilotkunde 2

Tabelle 9: Potential für Energieeffizienzsteigerung

Frage 13: Wo sehen Sie die größten Schwachstellen in Ihrem Lager?

Diese Frage wurde in 2 Kategorien eingeteilt, damit der Kunde eine Vorstellung hat, in welche Richtung die Frage gehen soll. Schwachstellen in logistischer Hinsicht sind in Tabelle 10 ersichtlich.

Dabei ist gilt es zu erwähnen, dass Unternehmen 5 die Kapazität des Palettenlagers als logistische Schwachstelle angeführt hat. Diese Anlage kommt nicht von Knapp und daher hat der Logistikleiter explizit darauf hingewiesen, dass dieses Problem nichts mit Knapp zu tun hat.

Der Logistikleiter und die Innovationsmanagerin von Pilotkunden 1 haben diese Frage nicht beantwortet.

<b>Logistische Schwachstellen</b>	
Rückstau bei Kreuzungspunkten	2 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Pilotkunde 2
Kapazität des Lagers	1 von 9 Unternehmen 4
Veraltetes Equipment	1 von 9 Unternehmen 3
Logistische Planung eingehender Güter	1 von 9 Unternehmen 5
Flexibilität bei Auftragsspitzen	1 von 9 Unternehmen 7
Redundanz	1 von 9 Pilotkunde 2

Tabelle 10: Logistische Schwachstellen

Die Antworten der Interviewpartner bezüglich Schwachstellen in technischer Hinsicht sind in Tabelle 11 ersichtlich. Zu dieser Frage konnte Unternehmen 7 keine Antwort geben.

<b>Technische Schwachstellen</b>	
Komplexität verschiedener Systeme zueinander	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Hoher Auslastungsgrad der bestehenden Anlage	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Probleme bei ASI, Profibus, SPS	1 von 9 Unternehmen 6
Komponenten bei Lieferantenwechsel	1 von 9 Unternehmen 5
Zugänglichkeit/Wartungsfreundlichkeit	3 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Pilotkunde 2, Unternehmen 3
Technisches Know-how	1 von 9 Unternehmen 3
Abrieb von Wellen	1 von 9 Pilotkunde 2

Tabelle 11: Technische Probleme bei der bestehenden Anlage

Frage 14: Wie könnte Industrie 4.0 Ihrer Meinung nach Abhilfe schaffen?

In den nächsten Punkten sind die Antworten der einzelnen Interviewpartner angegeben. Unabhängig voneinander wurden sehr oft ähnliche Antworten gegeben, die zu Überbegriffen zusammengefasst wurden.

- Stauzeiteauswertung
  - Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik
  - Pilotkunde 2
- Intensive Datensammlung bzw. Datenauswertung
  - Pilotkunde 2
  - Unternehmen 4
  - Unternehmen 5
  - Unternehmen 6
  - Unternehmen 7
- Real time Information (Kamerasystem)
  - Unternehmen 3
- Intelligentes Ersatzteilmanagement
  - Unternehmen 4
  - Unternehmen 6
- Mehr Transparenz in den Prozessen
  - Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
  - Unternehmen 5
- Schnellerer Datenfluss
  - Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
- Bessere Fehler Analyse
  - Pilotkunde 2

Frage 15: Wodurch kommen in Ihrem Lager häufig Stillstandzeiten zustande?

Bei dieser Frage wurden den Kunden drei übergeordnete Probleme vorgegeben, um die Antworten besser zuordnen zu können.

Die Auswertung der technischen Gebrechen ist in Tabelle 12 zu finden. Dabei sei zu erwähnen, dass Unternehmen 4 keine großen technischen Probleme mit der Anlage hat, sondern ihnen lediglich bottle necks zu schaffen machen. Auch Unternehmen 7 kann keine technischen Gebrechen als Begründung für Stillstandzeiten nennen.

Technische Gebrechen	
Kurze Lebenszyklen der verbauten Teile	2 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 5
Alter der Anlage	1 von 9 Unternehmen 3
Verschmutzungen	1 von 9 Unternehmen 5
Anlagenauslastung	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Motorwellen	1 von 9 Pilotkunde 2

Tabelle 12: Technische Gebrechen, die zu Stillstandzeiten führen

Unternehmen 4 hat kleinere IT-Probleme und hatte vor der Server-Umstellung mehr Stillstandzeiten. Da die Server nun umgestellt sind, konnte dieses Problem behoben werden. Bei Unternehmen 5 läuft die Software grundsätzlich stabil, lediglich bei Stromausfällen oder Kabelbruch ändern sich die Anlageneinstellungen kaum merkbar und niemand weiß, woran das liegt. Bei Pilotkunde 2 sind Software/IT-Probleme hauptsächlich Datenbankprobleme. Alle weiteren Antworten zu logistischen Problemen sind in Tabelle 13 angeführt.

<b>Software/IT Probleme</b>	
SPS	3 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 5
Software	1 von 9 Unternehmen 3
Komplexität	3 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Unternehmen 3
Schnittstellen zu anderen Subsystemen	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
ASI, Datenbank Themen	1 von 9 Unternehmen 6

Tabelle 13: Software/IT Probleme, die zu Stillstandzeiten führen

Bei Pilotkunde 1 hat der Leiter der Betriebstechnik angegeben, dass logistische Probleme sich aufgrund des Reihenfolgeprinzips ergeben. Die Auslagerung ist dadurch schwierig zu steuern, aber aufgrund der Kundenforderungen ist das nicht anders möglich. Der Logistikleiter von Unternehmen 6 gibt an, logistische Stammdatenprobleme bei seiner Anlage zu haben, die zwar zu keinem Ausfall führen, aber es ergeben sich Verzögerungszeiten. Pilotkunde 2 hat nahezu keine Stillstandzeiten, die auf logistische Probleme zurückzuführen sind.

Unternehmen 7 konnte die Frage nach logistischen Problemen nicht beantworten. Die logistischen Probleme der anderen Interviewpartner sind in Tabelle 14 angeführt.

<b>Logistische Probleme</b>	
Platzprobleme	1 von 9 Unternehmen 4
Pick to light system zu alt	1 von 9 Unternehmen 3
Durchsatz des A-frame	1 von 9 Unternehmen 3
Schulung für Mitarbeiter bei stark wechselnden Anforderungen	2 von 9 Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin
Variation der Produkte	1 von 9 Unternehmen 5

Tabelle 14: Logistische Probleme, die zu Stillstandzeiten führen

Frage 16: Würden Sie bestehende Systeme upgraden (Investition), um die Fehlerrate zu senken?

Von 9 befragten würden 8 ihr System upgraden, um die Fehlerrate zu senken. Lediglich Pilotkunde 2 sieht Probleme, im Nachhinein Upgrades zu installieren, die bei Problemen helfen können. Unter Umständen kann sich der Betriebstechniker Notfallpläne vorstellen, welche die Redundanz erhöhen.

Frage 17: Wie schätzen Sie die Vorteile durch eine proaktive Störfallanalyse ein?

Die Vorteile einer proaktiven Störfallanalyse sind für Unternehmen 7 und Pilotkunden 2 nicht erkennbar. Pilotkunde 2 gibt an, dass Rückstaus auf ihrer Anlage nicht wegen zu viel Ware zustande kommen, sondern diese durch verdrehte Behälter entstehen. Somit ist es für den Betriebstechniker schwer vorstellbar, wie eine solche Vorhersage funktionieren soll, aber er hat laut eigenen Angaben auch zu wenig Erfahrung, um dieses Thema richtig einschätzen zu können. Alle anderen Interviewpartner sehen folgende Vorteile durch eine proaktive Störfallanalyse:

- Ableiten von Handlungsbedarf für auffällige technische Anlagen (Pilotkunde 1 – Logistikleiter und Innovationsmanagerin)
- Früherkennung von Verschmutzungen in der Anlage (Unternehmen 4)
- Steigerung der Produktivität (Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 3)

Der Logistikleiter von Unternehmen 5 hat eine proaktive Störfallanalyse sogar als lebenswichtig eingestuft und auch der Logistikleiter von Unternehmen 6 ist der Meinung, dass mit einer proaktiven Störfallanalyse sehr große Vorteile verbunden sind.



Frage 18: Welchen Nutzen könnten Sie aus einer Bereichsanalyse Ihrer Anlage ziehen? (in Bezug auf Auslastung und Warenfluss einzelner Bereiche)

Unternehmen 7 sieht keinen Vorteil bzw. Nutzen einer Bereichsanalyse. Alle anderen Interviewpartner sehen den Nutzen ganz unterschiedlich:

- Gleichverteilung auf der Anlage (Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 5)
- Frühzeitige Erkennung von Prozessoptimierungen (Pilotkunde 1 – Logistikleiter und Innovationsmanagerin, Pilotkunde 2)
- Produktivitätssteigerung (Unternehmen 3)
- Eliminierung der Engpässe (Unternehmen 4)
- Umgestaltung vom Anlagenmaterialfluss (Unternehmen 4)
- Daten für Wartung und Instandhaltung (Unternehmen 5)
- Rückschlüsse auf Mitarbeiterqualifikation (Unternehmen 5)
- Gezielte Problemlösung (Unternehmen 6)

Frage 19: Welche Kennzahlen/logistischen Werte sind für Ihre Anlage interessant?

Folgende Kennzahlen wurden von den Interviewpartnern genannt:

- Produktivität/Auslastung/Durchsatz (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Leiter der Betriebstechnik, Pilotkunde 2)
- Messung der Fehlerrate (Pilotkunde 2, Unternehmen 4)
- Mechanische Daten (Unternehmen 3)
- Individuelle Picking Leistung (Unternehmen 4)
- Allgemeine Picking Leistung (Unternehmen 4)
- Einschaltdauer/Anlagestillstände (Unternehmen 6)
- Verschleiß (Unternehmen 6)
- Lagerbestandswechsel (Unternehmen 7)

Frage 20: An welchen Kennzahlen werden Sie von Ihren Kunden gemessen?

Bei dieser Frage nannten die befragten Interviewpartner sehr häufig dieselben Kennzahlen:

- Liefertreue (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Leiter der Betriebstechnik, Pilotkunde 2, Unternehmen 3, Unternehmen 4, Unternehmen 6, Unternehmen 7)
- Lieferqualität (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Pilotkunde 2, Unternehmen 3, Unternehmen 6)
- Robuste, stabile Prozesse (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin)
- Preis (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin, Leiter der Betriebstechnik)
- Durchlaufzeit (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin)
- Sortiergenauigkeit (Unternehmen 5)
- Lieferbereitschaft (Unternehmen 6)

Frage 21: Inwiefern würden Sie von einem intelligentem Ersatzteilmanagement profitieren?

Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik

Alle Teile werden angeboten, da bisher auch Teile kaputt werden, die nicht angeboten wurden. Mit intelligentem Ersatzteilmanagement wäre es möglich mehr Teile zur Verfügung zu stellen, wenn diese öfter getauscht werden müssen. Bei größeren Bestellungen könnte ein besserer Preis angeboten werden. (zB Kauf von 5 gleichen Teilen – besserer Preis)

Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin

Die beiden erwarten eine Reduktion des Lagerbestandes und erhoffen sich bessere Bestellszenarien. Außerdem erwarten sie eine bessere Reaktion auf kurzfristigen Bedarf, um somit auch die Flexibilität zu steigern. Aus momentaner Sicht ist ihrer Meinung nach die Verwaltung im ERP-System sehr unübersichtlich und es gibt zu viele Artikelnummern.

Pilotkunde 2 – Betriebstechniker:

Es wäre toll, wenn es funktioniert, aber Ersatzteile werden momentan auch von Drittanbietern gekauft, da Knapp zu teuer ist. Ein System für Pilotkunde 2 wäre sehr gut, aber es dürfte nicht lieferanten-bezogen sein. Derzeit hat Pilotkunde 2 ein eigenes Ersatzteilprogramm, das ohne Inventur funktioniert. Wenn der Mitarbeiter sieht, dass er das vorletzte oder letzte Teil entnimmt, wird nachbestellt.

Unternehmen 3 – Logistik Projektleiter

Durch intelligentes Ersatzteilmanagement erwartet sich der Projektleiter mehr Dynamik und erhofft sich seinen Ersatzteillagerbestand zu reduzieren.

Unternehmen 4 – Logistikleiter

Der Logistikleiter erwartet sich mit intelligentem Ersatzteilmanagement mehr Kosteneffizienz und weniger Stillstandzeiten.

Unternehmen 5 – Logistikleiter

Für Unternehmen 5 bedeutet intelligentes Ersatzteilmanagement Kostensenkung und kürzere Beschaffungszeiten. Außerdem erhofft er sich eine bessere Organisation des Prozesses.

Unternehmen 6 – Logistikleiter

Durch intelligentes Ersatzteilmanagement erwartet sich der Logistikleiter eine größere Sicherheit, dass Ersatzteile rechtzeitig beschafft werden können. Außerdem erhofft er sich für seine Firma einen geringeren Ersatzteilbestand.

Unternehmen 7 – Logistikleiter:

Intelligentes Ersatzteilmanagement würde keinen großen Vorteil für Unternehmen 7 bringen. Der Logistikleiter ist der Meinung, dass das Ersatzteillager gut befüllt ist und somit kann er von diesem System nicht profitieren.

Frage 22: Welche wirtschaftlichen Kennwerte ziehen Sie für die Investitionsbewertung heran und ab wann wird eine Investition als wirtschaftlich gesehen? (Amortisationszeiten, ROI, ...)

Unternehmen 5 und Pilotkunde 2 konnten diese Frage nicht beantworten. Die anderen Interviewpartner ziehen folgende Kennwerte zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit heran:

- Zeitersparnis (Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik)
- Amortisationszeit (Unternehmen 4)
- Amortisationszeit 2 – 3 Jahre unabhängig der Investmenthöhe (Unternehmen 3)
- Amortisationszeit < 3 Jahre (Unternehmen 6)
- Return on Investment in weniger als 3 Jahren (Unternehmen 7)
- Demographie (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin)
- Mitarbeitergewinnung (Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin)

Frage 23: Welche Prozesse verursachen die höchsten Kosten im Betrieb der Anlage? (eventuell Prozentangabe)

Pilotkunde 1, Pilotkunde 2 und Unternehmen 7 konnten diese Frage nicht beantworten. Auch für die anderen Interviewpartner war es schwierig die Kosten prozentuell zuzuordnen.

- Unternehmen 3
  - Mitarbeiter
  - Picking- und Verpackungsprozess
  - Stillstandzeiten
- Unternehmen 4
  - Picking- und Verpackungsprozess
  - Transport
  - Laden- und Entladen
- Unternehmen 5
  - Flaschensortierung
  - Stapler im Außenbereich

- Unternehmen 6
  - Verpackungsprozess 40%
  - Kommissionierprozess 25%
  - Wareneingang 20%
  - Administration (inkl. Betriebstechnik, Leitstand, Exportabwicklung, Versandabwicklung) 15%

Frage 24. Welche zusätzlichen Umsatzpotentiale sehen Sie durch Industrie 4.0 bzw. wofür wären Ihre Kunden bereit zusätzlich zu bezahlen?

Die Interviewpartner von Pilotkunden 1 (Logistikleiter und Innovationsmanagerin). Auch für Unternehmen 3 ist es schwer die zusätzlichen Umsatzpotentiale zu definieren. Nach Meinung vom Logistik Projektleiter stellen die Kunden hohe Ansprüche und vielleicht ist es möglich das Produkt billiger zum Kunden zu bringen, um einen Wiederkauf zu fördern. Die restlichen Interviewpartner sehen die in Tabelle 15 angeführten Umsatzpotentiale.

Umsatzpotentiale	
Steigerung der Liefertreue	3 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 6, Unternehmen 7
Sicherheit bei Lieferung	2 von 9 Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik, Unternehmen 4
Prozessvereinfachung	1 von 9 Unternehmen 6
Schnelle Sortierung	1 von 9 Unternehmen 5
Servicequalität	1 von 9 Unternehmen 6
Flexibilität	1 von 9 Unternehmen 7
24 Stunden Service	1 von 9 Pilotkunde 2
Materialfluss Nachverfolgbarkeit	1 von 9 Pilotkunde 2

Tabelle 15: Umsatzpotentiale durch Industrie 4.0

Frage 25: Haben Sie noch weitere Wünsche oder Anregungen bezüglich Industrie 4.0 Anwendungen an Ihrer Anlage?

Pilotkunde 1 – Leiter der Betriebstechnik

Sicherheit für die Mitarbeiter bei Alleinarbeit ist wichtig. Ein Mitarbeiter muss z.B. ein Regelbediengerät (RBG) reparieren, da es eine Störung, hat und klettert 30m in die Höhe. Das Gerät ist nicht abschaltbar, wenn er in den Gurt fällt bekommt niemand etwas mit. Daher wäre ein Taster hilfreich, an dem man in gewissen Zeitabständen bestätigen muss, dass alles in Ordnung ist.

Pilotkunde 1 – Logistikleiter, Innovationsmanagerin

Für den Logistikleiter ist Ersatzteilmanagement ein großes Anliegen. Dazu wäre es wichtig, dass Knapp jede Anlagenerweiterung mit technisch baugleichen Teilen (Teilen mit gleichen Artikelnummern) durchführt. Für den Ersatzteillager sollte es einfachere Bestellvarianten/-szenarien geben, die mit Hilfe von RFID oder Barcode gekennzeichnet sind, um automatisch den Bedarf an Ersatzteilen angezeigt zu bekommen. Noch besser wäre es, wenn der Ersatzteillager dezentral in einem Knapp Lager zur Verfügung steht, bei dem es kurze Reaktionszeiten gibt. Damit könnte man nicht nur in diesem Unternehmen, sondern auch in vielen anderen Unternehmen offene Türen einrennen. Die eigene Lagerhaltung ist bisher ein notwendiges Übel, aber mit verbrauchsgesteuerter Ersatzteillagerbestellung könnte der eigene Lagerstand auch minimiert werden. Liebherr versucht mittlerweile alle Ersatzteillager für seine Kunden zu dezentralisieren.

Pilotkunde 2 – Betriebstechniker

VISU auf dem Handy wäre eine große Arbeitserleichterung. Auch jetzt ist das VISU bereits über eine IP Adresse aufzurufen, daher wäre es super, wenn es für das Handy eine zusätzliche Zoom Funktion gäbe. Es würde aber ausreichen, wenn die unterste Zeile (Stationsnummer, welcher Fehler) angezeigt würde. So etwas gibt es noch von keinem anderen Anbieter und daher würde Knapp selbst auch davon profitieren.

#### Unternehmen 3 – Logistik Projektleiter

Die Knapp sollte ihre Kunden in gleichartige Unternehmen, die sich an verschiedenen geografischen Standorten befinden, zusammenfassen und diese mit externen Providern verknüpfen. Mit diesen Providern soll es Knapp möglich sein ihren Kunden bei verschiedenen Interaktionen zu helfen, damit diese ihr Ersatzteillager verbessern können.

#### Unternehmen 4 – Niederlassungsleiter

Kommunikation vom Endkunden zur Maschine mit einer Art Interface, sodass der Betreiber direkt auf die Arbeitswerte der Maschine zugreifen kann. Dafür wären sicher einige Anpassungen an der Maschine notwendig.

#### Unternehmen 5 – Logistikleiter

Keine Wünsche bzw. Anregungen. Mit dem Fragebogen wurden alle Vorstellungen von Industrie 4.0 abgedeckt.

#### Unternehmen 6 – Logistikleiter

Der Logistikleiter hat keine Anregungen mehr zu Industrie 4.0 für seine Anlage, er hätte jedoch gern eine Auswertung aller Fragenkataloge in anonymisierter Form, um zu sehen, wie andere Unternehmen/Branchen dieses Thema einschätzen.

#### Unternehmen 7 – Logistikleiter

Wichtig wäre es, die relevanten Daten und Desktops auf verschiedenen Standorten im Lager zur Verfügung zu stellen. Dieses Service wäre extrem wichtig, da Unternehmen 7 mit einem System upgrade starten möchte.

## Anhang C: Outcomes für die Kundenbefragung

Condition Monitoring		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Zustandsdaten zu Elektromotoren		
Zustandsdaten zu Kugellagern		
Zustandsdaten zu Pneumatikteilen		
Zustandsdaten zu Riemen		
Zustandsabhängige Wartungsintervalle		
Anzeige der Schaltschranktemperatur im Leitstand		

Ersatzteilmanagement		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Kosteneffizienz des Ersatzteilmanagements		
Qualität des Ersatzteilmachbestellungsprozesses		
Aufwand für die Lagerverwaltung von Ersatzteilen		
Proaktive Hinweise zur Ersatzteilbeschaffung		
Ersatzteilverfügbarkeit am Anlagenstandort		
Verfügbarkeit der richtigen Ersatzteile		
Dauer der Ersatzteilreparaturen		

Produktivitätssteigerung		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Störfallüberwachung mittels Kamerasystem		
Aufzeichnung und transparente Auswertung von Störfällen		
Trendanalyse zur Planung von Wartungseinsätzen		
Trendanalyse zur Planung von Reparaturen/Sanierungen		
Mitarbeitermotivationssystem		
Optimierungsmöglichkeiten bei Auftragsspitzen		
Gleichmäßige Auslastung der gesamten Fördertechnik		
Dauer des Pickvorgangs		
Fehlerfreie Pickingleistung		
Erkennen von/Reagieren auf Staus auf der Fördertechnik		
Optimierungspotential der Anlagenleistung bei sich änderndem/n Geschäftsumfeld/Produkten/Losgrößen		



Wartung und Instandhaltung		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Trendanalyse zur Planung von Reinigungseinsätzen		
Zugänglichkeit zu den Instandhaltungskomponenten		
Technisches Know-how des Instandhaltungspersonals in der Unternehmung		
EDV basierte Unterstützung für Wartungsmitarbeiter		

Energieeffizienz		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Energieeffizienz der Anlage		
Teilabschaltung der Bereiche		
Einteilung der bei Bedarf abzuschaltenden Bereiche		
Drucküberwachung vom Kompressor bis zum Verbraucher		

Datenanalyse und Datenaufzeichnung		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Registrierung von Artikeln im Wareneingang		
Registrierung von Artikeln im Warenausgang		
Prognosen zur Durchsatzentwicklung		
Früherkennung von Auftragsspitzen		
Nachvollziehbarkeit der Materialflusslogik		
Planung der Upgrades von Software		
Real-time Überwachung der Anlage		
Datendarstellung auf verschiedenen Endgeräten		
VISU Darstellung auf verschiedenen Endgeräten		
Incidentanalyse und Rückmeldung zu Fehlerursachen		

<b>Zuverlässigkeit</b>		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Personennachweis über Einbau gewisser Komponenten nach Wartungs-/Instandhaltungsarbeiten		
Verlässlichkeit der Kommissioniersysteme		
Technisches Know-how des IT Personals in der Unternehmung		
Mechanische Belastbarkeit der Fördertechnik		

<b>Sonstiges</b>		
	Zufriedenheit 0 - 10	Wichtigkeit 0 - 10
Überblick über die Durchsatzentwicklung		
Unterstützung bei der Umgestaltung vom Anlagenmaterialfluss		
Unterstützung bei der Lagerbestandsdatenanalyse für Produkte		