

J. Fottner · Y. Hafner · M. Jung

Effizienzsteigerung durch kooperatives Bestandspooling von Ersatzteilen

Forschungsbericht

zu dem IGF-Vorhaben

Effizienzsteigerung durch kooperatives Bestandspooling von Ersatzteilen

der Forschungsstellen

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München
und
International Performance Research Institute

Das IGF-Vorhaben 18755N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e.V. - BVL
wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Herausgegeben von:

Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner

fml – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Technische Universität München

Verfasser:

Yannic Hafner, M.Sc.

Markus Jung, M.Sc.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © **fml** – Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik,

Printed in Germany 2019

ISBN: 978-3-948514-01-3

fml – Lehrstuhl für

Fördertechnik Materialfluss Logistik

Technische Universität München

Boltzmannstr. 15

85748 Garching

Tel.: + 49.89.289.15921

Fax: + 49.89.289.15922

www.mw.tum.de/fml

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Einleitung	1
1.1 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung	1
1.2 Angestrebte Forschungsergebnisse und Forschungsfrage	2
1.3 Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels	3
2 Stand der Wissenschaft	5
2.1 Kooperationen zwischen Unternehmen	5
2.2 Pooling als Form der Kooperation im Ersatzteilmanagement	7
2.3 Zwischenfazit und Definition der Forschungslücke	9
3 Anforderungen für ein Ersatzteilpooling in der Intralogistik	11
3.1 Angewendete Methoden	11
3.2 Ausgestaltungsformen eines kooperativen Ersatzteilpoolings	13
3.3 Klassifikation und Charakterisierung von Ersatzteilen in der Intralogistik	15
3.3.1 Systematisierung und Charakterisierung der Intralogistik	15
3.3.2 Ansätze zur Charakterisierung und Klassifikation von Ersatzteilen	17
3.4 Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile	23
3.5 Anforderungen an die Kooperation	25
3.6 Unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Strukturen	26
3.7 Anforderungskatalog	27
4 Analyse der Pooling eignung von Ersatzteilen und Erarbeitung von Poolingkriterien	29
4.1 Angewendete Methoden	29
4.1.1 Übersicht allgemein bekannter Data-Mining-Verfahren	30
4.1.2 Analytics-Plattform KNIME	34
4.2 Klassifikation von Ersatzteilen hinsichtlich ihrer Pooling eignung	36
4.3 Ergebnisse der Analyse der Pooling eignung	45
5 Prozesse zur Steuerung des Ersatzteilpoolings	47
5.1 Angewendete Methoden	47
5.2 Prozesslandkarte	49

5.3	Managementprozesse: Strategische Kooperationsplanung	50
5.4	Kernprozesse: Ersatzteilversorgung	55
5.5	Unterstützungsprozesse	62
5.6	Entscheidungsregeln für Sonderfälle	64
6	Bewertung und Steuerung des Ersatzteilpoolings	67
6.1	Methoden und Vorgehen	67
6.2	Plattformkonzept als Ausgangspunkt	68
6.3	Physisches vs. Virtuelles Pooling	69
6.4	Vorgehen zur Entscheidung über das Eingehen einer Kooperation	70
6.5	Wirtschaftlichkeitsbewertung der Kooperation	71
6.5.1	Betrachtung von Kosten und Nutzen	72
6.5.2	Angepasstes Risikomanagement	77
6.5.3	Festlegung von Verrechnungspreisen	78
6.5.4	Versicherungstechnische Fragestellungen	79
6.6	Kennzahlen zur Steuerung des Ersatzteilpoolings	81
7	Entwicklung einer Kooperationsplattform für ein Ersatzteilpooling	89
7.1	Angewendete Methoden	89
7.2	Anforderungen an die Kooperationsplattform	90
7.3	Applikationsarchitektur	91
7.4	Datenbankkonzept der Kooperationsplattform	93
7.5	Benutzerrollen und -rechte	97
7.6	Entwicklung eines geeigneten Web-Front-Ends	99
7.6.1	Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform	99
7.6.2	Bestellung von Ersatzteilen	101
7.6.3	Eintritt eines Unternehmens	104
7.6.4	Überprüfung spezifischer KPI	106
7.6.5	Benutzerverwaltung	107
8	Evaluierung	109
8.1	Potenziale einer Kooperationsplattform	109
8.2	Bewertung des Ersatzteilpoolings	113
8.2.1	Zusätzliche Kosten des Ersatzteilpoolings	115
8.2.2	Verhältnis von Kosten und Ersparnissen des Ersatzteilpoolings	117
8.3	Evaluierung der webbasierten Kooperationsplattform	117

8.3.1 System Usability Scale	118
8.3.2 Funktionalität der Kooperationsplattform	120
9 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse und Ausblick	123
9.1 Zusammenfassung	123
9.2 Nutzen und industrielle Anwendungsmöglichkeiten	124
9.3 Ausblick	125
Literaturverzeichnis	127
Abbildungsverzeichnis	137
Tabellenverzeichnis	141
Anhang A Leitfaden Experteninterview	A-1

1 Einleitung

Verfasser: Yannic Hafner, Markus Jung

1.1 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Intralogistische Anlagen bilden die Grundlage für die Sicherstellung betrieblicher Warenströme. Der Ausfall intralogistischer Anlagen führt häufig direkt zu Produktionsausfällen und Lieferverzögerungen und damit letztendlich zu deutlichen Umsatzeinbußen. Eine hohe Anlagenverfügbarkeit intralogistischer Anlagen ist daher erforderlich, um Betriebsstörungen von Distributionszentren oder Produktionsstillstände bei produzierenden Unternehmen zu vermeiden. Um einen reibungslosen und effektiven Betrieb zu gewährleisten, wird der Instandhaltung und Ersatzteilversorgung eine signifikante Bedeutung beigemessen [Paw-2013].

Aufgrund eines erhöhten Kostendrucks werden intralogistische Systeme insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) stark ausgelastet [Abe-2006], womit jedoch die Gefahr von Anlagenausfällen deutlich steigt. KMU verfolgen dabei in der Praxis häufig eine ausfallbasierte Instandhaltungsstrategie. Dieses reaktive Vorgehen führt zu geduldeten Ausfällen – trotz hohem Schadenspotenzial [Kuh-2006]. Um diesem zu begegnen, müssen benötigte Ersatzteile im Unternehmen bevorratet werden, wodurch hohe Kosten (Einkaufs-, Lagerhaltungs-, Kapitalbindungs-, Opportunitäts- und Obsoleszenzkosten) entstehen, im Schadensfall jedoch schnell eine Instandsetzung intralogistischer Anlagen durchgeführt werden kann. Lediglich für die Bereitstellung benötigter Ersatzteile fallen dabei jährlich ca. 2,5 % des durchschnittlichen Anlagenwerts an [Gal-2005]. Aufgrund der Systemrelevanz des Ersatzteilmanagements und der hohen Kosten besteht in den Bereichen Instandhaltung und Ersatzteilmanagement ein deutliches Kosteneinsparungspotenzial [Swa-2001, S. 237; Sam-2011, S. 209].

Für KMU stellt insbesondere die Sicherstellung der Einsatzfähigkeit intralogistischer Anlagen bei einer Minimierung benötigter Ersatzteilkosten eine Hauptherausforderung im Ersatzteilmanagement dar. Dafür können KMU aktuell jedoch nur benötigte Ersatzteile bevorraten, wodurch hohe Ersatzteilkosten bei maximaler Betriebssicherheit anfallen oder eine höhere Ausfallgefahr bei geringen Bevorratungskosten akzeptieren.

Viele Unternehmen suchen daher nach neuen individuellen Konzepten im Ersatzteilmanagement, mit denen sie den beschriebenen Herausforderungen begegnen können [Wae-2002, S. 299].

1.2 Angestrebte Forschungsergebnisse und Forschungsfrage

Im Forschungsprojekt ETKoop wird eine kooperative Ersatzteilbevorratung als Lösungsansatz des Zielkonflikts zwischen niedrigen Bevorratungskosten und geringen Ausfallzeiten im Ersatzteilmanagement erforscht. Dazu werden die Ersatzteilbestände mehrerer Unternehmen virtuell in einem gemeinsamen Ersatzteilpool zusammengeschlossen. An der Kooperation beteiligte Unternehmen können den gemeinsamen Ersatzteilbestand einsehen und benötigte Ersatzteile im Bedarfsfall über eine Kooperationsplattform bestellen. Die Ersatzteile werden anschließend von dem Unternehmen, welches das entsprechende Ersatzteil gelagert hat, bereitgestellt.

Das Konzept eines kooperativen Bestandspoolings von Ersatzteilen wurde in der Praxis und Literatur bereits diskutiert, ganzheitliche und praxistaugliche Ansätze existieren jedoch nicht. Dadurch können KMU mögliche Effizienzvorteile dieser kooperativen Ersatzteilbevorratung durch die Reduktion der Kapitalbindung und des Lagerplatzbedarfs bei gleichzeitiger Sicherstellung der Ersatzteilbereitstellung im Bedarfsfall zu verbesserten Einkaufskonditionen beim Lieferanten nicht nutzen. Zum erfolgreichen Aufbau und langfristigen Betrieb eines kooperativen Ersatzteilpoolings müssen geeignete Kooperationspartner für das Netzwerk gefunden, poolinggeeignete Ersatzteile identifiziert und Prozessabläufe und Steuerungsmechanismen definiert werden. Diesen Herausforderungen wird im Forschungsprojekt ETKoop anhand der nachfolgenden Forschungsfrage begegnet:

Wie muss ein Ersatzteilpooling für KMU gestaltet werden, um eine effiziente Instandhaltung von Intralogistikanlagen zu ermöglichen?

Ziel des Forschungsprojekts ETKoop ist somit die Entwicklung eines ganzheitlichen Vorgehens zur Etablierung und Steuerung eines kooperativen Bestandspoolings von Ersatzteilen intralogistischer Anlagen. Die dazu abgeleitete Arbeitshypothese für den Einsatz eines kooperativen Bestandspoolings in der Intralogistik lautet:

Durch Ersatzteilpooling können Betreiber von Intralogistikanlagen Effizienzvorteile bei gleichzeitiger Versorgungssicherheit erzielen.

1.3 Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels

Das Ziel des Forschungsprojekts wird in sechs Arbeitspaketen erarbeitet. Die Zuordnung der Arbeitspakete (AP) des Forschungsprojekts zu den Kapiteln kann Abbildung 1-1 entnommen werden.

Kapitel 3 (AP 1)	Anforderungen für ein Ersatzteilpooling in der Intralogistik
	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgestaltungsformen eines kooperativen Bestandspoolings von Ersatzteilen • Klassifikation und Charakterisierung von Ersatzteilen in der Intralogistik • Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile • Anforderungen an die Kooperation • Unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Strukturen • Anforderungskatalog
Kapitel 4 (AP 2)	Analyse der Poolingeignung und Erarbeitung von Poolingkriterien
	<ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation von Ersatzteilen hinsichtlich ihrer Poolingeignung • Ergebnisse der Analyse der Poolingeignung
Kapitel 5 (AP 3)	Prozesse zur Steuerung des Ersatzteilpoolings
	<ul style="list-style-type: none"> • Prozesslandkarte • Managementprozesse: Strategische Kooperationsplanung • Kernprozesse: Ersatzteilversorgung • Unterstützungsprozesse • Entscheidungsregeln für Sonderfälle
Kapitel 6 (AP 4)	Bewertung und Steuerung des Ersatzteilpoolings
	<ul style="list-style-type: none"> • Plattformkonzept als Ausgangspunkt • Physisches vs. Virtuelles Pooling • Vorgehen zur Entscheidung über das Eingehen einer Kooperation • Wirtschaftlichkeitsbewertung der Kooperation • Kennzahlen zur Steuerung des Ersatzteilpoolings
Kapitel 7 (AP 5)	Entwicklung einer Kooperationsplattform für ein Ersatzteilpooling
	<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an die Kooperationsplattform • Applikationsarchitektur • Datenbankkonzept der Kooperationsplattform • Benutzerrollen und -rechte • Entwicklung eines geeigneten Web-Front-Ends
Kapitel 8 (AP 6)	Evaluierung
	<ul style="list-style-type: none"> • Potenziale einer Kooperationsplattform • Bewertung des Ersatzteilpoolings • Evaluierung der webbasierten Kooperationsplattform

Abbildung 1-1: Arbeitspakete des Forschungsprojekts und Strukturierung des Forschungsberichts

In **Kapitel 2** werden nach einer umfassenden Analyse des Stands der Wissenschaft die Grundlagen von Unternehmenskooperationen und relevante Erkenntnisse erläutert. Abgeschlossen wird das Kapitel mit der Definition der Forschungslücke.

In **Kapitel 3** werden die Ergebnisse des Arbeitspakets 1: Anforderungsaufnahme Ersatzteilpooling in der Intralogistik beschrieben. Dieses Arbeitspaket zielt auf die Abgrenzung des Untersuchungsrahmens durch die Beschreibung des Einsatzbereiches des Bestandspoolings sowie die Ist-Aufnahme der Ersatzteilversorgung und -bevorratung von Intralogistikanlagen ab.

Kapitel 4 beschreibt die Ergebnisse von Arbeitspaket 2: Analyse der Pooling eignung von Ersatzteilen. Ziel ist die Erforschung und Definition von Eigenschaften von Ersatzteilen, anhand derer die Ersatzteile als poolingrelevant definiert werden können. Dies geschieht über die Analyse von Ersatzteildaten der Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses.

Alle relevanten Ergebnisse des Arbeitspakets 3: Erstellung von Prozessen für das Ersatzteilpooling werden in **Kapitel 5** erläutert. Hierzu werden notwendige Abläufe, Verantwortlichkeiten und Entscheidungsregeln zur Steuerung der Kooperation definiert.

Ziel von Arbeitspaket 4: Bewertung und Steuerung des Ersatzteilpoolings ist es, die Bewertung und Steuerung eines Ersatzteilpoolings transparent und nachvollziehbar zu gestalten. Dazu werden eine umfassende Kostenmethodik, Verrechnungspreise und Kennzahlen definiert und in **Kapitel 6** beschrieben.

Die erarbeiteten Ergebnisse werden in Arbeitspaket 5: Entwicklung einer Kooperationsplattform für ein Ersatzteilpooling in einer webbasierten Kooperationsplattform zusammengefasst. Die Entwicklung dieser Plattform wird in **Kapitel 7** beschrieben.

Das Arbeitspaket 6: Evaluierung der erarbeiteten Ergebnisse: Kooperationsplattform, Prozesse und Strukturen, Bewertungs- und Steuerungsinstrumente wird in **Kapitel 8** erläutert und dient der Evaluation der erforschten Ergebnisse, beispielsweise anhand weiterer Szenarien aus Praxisbeispielen des projektbegleitenden Ausschusses.

Abschließend werden in **Kapitel 9** die Forschungsergebnisse zusammengefasst und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt.

2 Stand der Wissenschaft

Verfasser: Yannic Hafner, Markus Jung

Im Folgenden werden der Stand der Wissenschaft zu Kooperationen zwischen Unternehmen und Pooling als Form der Kooperation im Ersatzteilmanagement herausgearbeitet. Auf Basis der identifizierten Erkenntnisse können die nachfolgenden Arbeitspakete erarbeitet und diskutiert werden.

2.1 Kooperationen zwischen Unternehmen

Kooperationen zwischen Unternehmen beschreiben eine Form der strukturierten Zusammenarbeit, mit der individuelle Aufgaben und Ziele gemeinschaftlich erreicht werden können [Fri-1998, S. 15ff; Woj-2006, S. 3; Hir-1998, S. 9; Gra-2002, S. 63]. Eine Kooperation erfordert dabei das Zusammenarbeiten von mindestens zwei rechtlich selbstständigen Unternehmen [Syd-2010, S. 181], um beispielsweise verbesserte Einkaufskonditionen aufgrund von Skalen- und Verbundeffekten zu generieren. Bedingt durch die Globalisierung haben Kooperationen verstärkt an Bedeutung gewonnen und sind ein effizienter Weg für KMU, um sich gegenüber großen Unternehmen langfristig wirtschaftlich erfolgreich zu behaupten [Zen-2003, S. 319].

In Kooperationen wird der individuelle Nutzen, eine Stärkenorientierung, die partielle Kopplung (Zusammenarbeit in definierten Bereichen, beispielsweise gemeinsamer Einkauf) sowie die Wechselseitigkeit betrachtet. Die Akteure bringen dabei Ressourcen wie z. B. Kompetenzen, Erfahrungen und Beziehungen ein, die so verknüpft werden, dass sich daraus in Summe etwas Wertvolleres ergibt, als es ein Unternehmen allein hätte realisieren können [Syd-2003, S. 32]. Die wesentliche Herausforderung besteht darin, Kooperationen mit langfristig stabilen Kooperationsabläufen und -mechanismen zu gestalten [Wag-2013, S. 171f; Arn-2006; Elb-2016, S. 70ff; Men-1994, S. 8ff; Wil-2012, S. 237f].

Damit Kooperationen langfristig funktionieren, ist es notwendig, ein Kooperationsmanagement aufzubauen. Dieses besteht aus vier Phasen [Syd-2010, S. 396]:

- Selektion (Partnerwahl)
- Regulation (Aufgabenabstimmung)
- Allokation (Aufgaben- und Ressourcenverteilung)
- Evaluation (Kosten- und Nutzenverteilung)

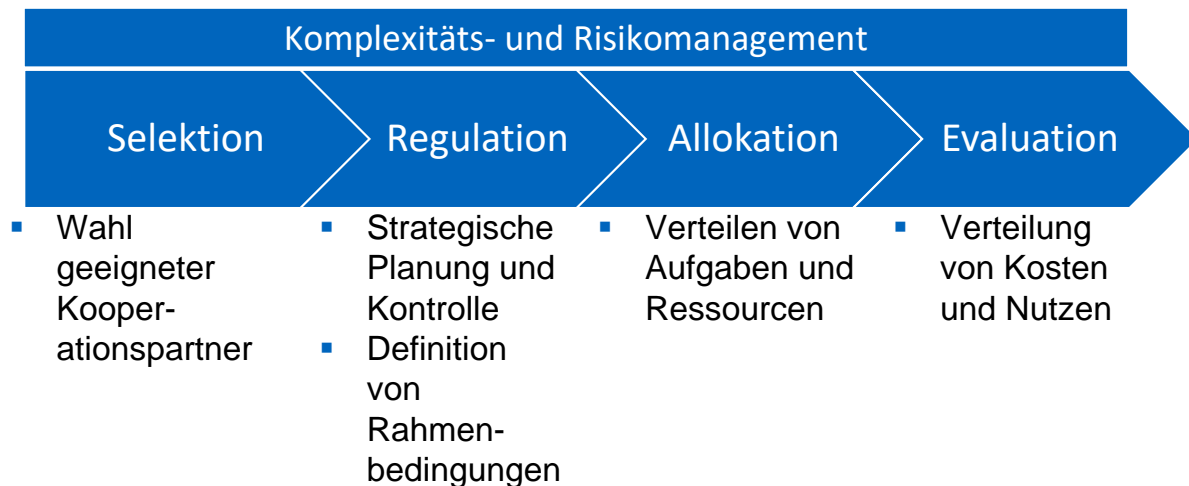


Abbildung 2-1: Die vier Phasen des Netzwerkmanagements [Syd-2010, S. 396]

Die jeweiligen Aufgaben in den vier Phasen des Kooperationsmanagements müssen im Kontext des Betrachtungsgegenstands, der kooperativen Instandhaltung und Ersatzteilbevorratung, definiert werden. Hierzu wurden in jüngerer Vergangenheit erste Lösungsansätze vorgestellt und für die partnerschaftliche Zusammenarbeit in horizontalen Kooperationen ein konzeptionelles Modell entworfen [Wei-2012]. Eine praktische und transparente Umsetzung für KMU wurde nicht erarbeitet. Elementare Herausforderungen des Netzwerkmanagements wie der Aufbau gemeinsamer Rahmenbedingungen [Glü-2012, S. 54; Wil-2000, S. 237], oder die Gestaltung der Prozessverantwortlichkeiten der Partner [Gul-2012, S. 29; Par-2012], die Gewinnverteilung [Rie-2001, S. 283] sowie ein adäquates Risikomanagement zur Abbildung und Beherrschung der Komplexität, sind nicht gelöst [Ker-2013, S. 311; Kar-2014].

Mit Kooperationen zwischen Unternehmen geht eine Reihe an Vorteilen einher, die alleine nicht realisiert werden können. Insbesondere KMU profitieren von zusätzlichen Ressourcen. Der Erfolg der Kooperation hängt allerdings vom Management der Kooperationsbeziehung ab, wobei insbesondere die Partnerwahl, die Vereinbarung von Regelungs- und Steuerungsmechanismen sowie das Risikomanagement entscheidend sind. Hindernisse für Kooperationen sind beispielsweise Koordinations- und An-

reizproblematiken. Aufgrund fehlender Netzwerke und einem zumeist großem Autonomiebestreben von KMU werden Effizienz- und Synergiepotenziale bislang unzureichend genutzt [Zen-2003, S. 1266; Chi-2015, S. 312].

2.2 Pooling als Form der Kooperation im Ersatzteilmanagement

Pooling bezeichnet die virtuelle oder physische Zusammenführung von Ressourcen zu einem gemeinsam verwalteten Gesamtressourcenbestand [Wil-2000, S. 230ff]. Beispiele hierfür sind das Cashpooling oder das Bestandspooling. Bei ersterem werden liquide Mittel mehrerer Tochtergesellschaften von einer übergeordneten Gesellschaft verwaltet. Dadurch ist es für die Tochtergesellschaften möglich, im Bedarfsfall nicht nur auf eigene Mittel, sondern auch auf die Liquidität anderer Tochtergesellschaften zuzugreifen [Pol-2010, S. 209]. Im Vergleich dazu erfolgt das Bestandspooling analog, indem Bestände verteilter Standorte gemeinsam verwaltet werden. Im Bedarfsfall kann dann ebenfalls ein Gesamtbestand in Anspruch genommen werden, um eine optimierte Verfügbarkeit bei gleichbleibenden oder niedrigeren Beständen zu gewährleisten [Boo-2001, S. 56]. Voraussetzung dafür ist, dass die anfallenden Transportkosten die Einsparungen nicht kompensieren [Fre-2010, S. 343]. Das Pooling von Bedarfen beim Einkauf stellt einen Sonderfall dar, welcher auch unter dem Stichwort Demand Pooling diskutiert wird.

In der Praxis hat sich der Zusammenschluss und die gemeinsame Nutzung und Verwaltung von Beständen als vorteilhaft erwiesen. Vorteile bestehen insbesondere in einer Kostenreduktion sowie einer verbesserten Teileverfügbarkeit. Insbesondere im Ersatzteilmanagement kann ein Bestandspooling aufgrund sporadischer Bedarfe, langer Lagerdauern und einer hohen Teileanzahl Effizienzvorteile generieren.

Ausgewählte Branchen wie die Landwirtschaft oder die Hotellerie haben ein Bestandspooling bereits umgesetzt und etabliert [Fre-2010, S. 46; Fie-2014]. Andere Branchen wie die Luftfahrt, die Chemieindustrie, Straßenbahnbetreiber oder diverse Kraftwerke haben ebenfalls Lösungsansätze für das Pooling von Ersatzteilen entwickelt [Dom-2008, S. 455f; Kar-2014, S. 94]. Zudem existieren Vorschläge zur konzeptionellen Gestaltung eines solchen Ersatzteilpoolings [Wei-2012, S. 81ff; Bru-2015; Koc-2004].

Bisher wurden jedoch nur wenige Untersuchungen zur Quantifizierung der Kostenreduktion durch ein Ersatzteilpooling durchgeführt. KILPI und VEPSÄLÄINEN kamen zu dem Ergebnis, dass der Lagerbestand von Fluggesellschaften um bis zu 30 % gesenkt werden kann und damit eine reziproke Abhängigkeit der Lieferzeit einhergeht [Kil-2004].

Des Weiteren ist der Nutzen des Ersatzteilpoolings zwischen den Kooperationspartnern ungleich verteilt. Demnach können aufgrund bestehender Größenvorteile (economies of scale) und Programm Vorteile (economies of scope) insbesondere größere Fluggesellschaften Wettbewerbsvorteile generieren [Pfo-2005]. Obwohl große Fluggesellschaften über einen Vorteil verfügen, ist der Zusammenschluss auch mit kleinen Unternehmen nicht ausgeschlossen. Ein Ersatzteilpooling kann sich vor allem für junge und wachsende Unternehmen lohnen, da sie kein Kapital für einen Mindestbestand an Ersatzteilen investieren müssen und fehlendes Know-how ausgleichen können [Kil-2004]. Im Vergleich dazu erzielen in einem anderen Modell alle Akteure das gleiche Kostenniveau innerhalb der Kooperation, kleine Unternehmen profitieren allerdings überproportional, da sie in der Ausgangslage höhere Kosten aufweisen [Kil-2004]. Folgt man diesen Ergebnissen, würden sich aus anreiztechnischer Sicht nur in etwa gleich große Unternehmen zusammenschließen, da beispielsweise große Fluggesellschaften keinen Anreiz hätten, mit kleineren eine Kooperation einzugehen [Kil-2004].

Ein Ersatzteilpooling eignet sich aus technischer Sicht für Unternehmen, die vergleichbare Ersatzteilspektren aufweisen. Diese potenziellen Kooperationspartner sind häufig jedoch Konkurrenten, weswegen langfristige Ersatzteilkoperationen selten umgesetzt werden. Bei der Entscheidung über das Eingehen eines Ersatzteilpoolings müssen dementsprechend spieltheoretische Aspekte (u. a. Free-Rider-Problem) berücksichtigt werden. Sollten sich Unternehmen zu einem Ersatzteilpooling zusammenschließen, ist eine faire Kostenaufteilung erforderlich. Ansonsten besteht die Gefahr, dass einzelne Unternehmen überproportional viele Ressourcen in den Ersatzteilpool investieren und somit die übrigen Kooperationspartner subventionieren. Für dieses Problem der fairen Kostenverteilung findet sich in der Literatur folgender Vorschlag: KARSTEN und BASTEN konstruieren ein Modell, das es Akteuren ermöglicht, gemeinsam Ersatzteile zu lagern. Bevor sie das Kostenaufteilungsverfahren ermitteln, formulieren sie vier Anforderungen [Kar-2014]:

- (1) Ein entsprechendes Verfahren muss die erwarteten Gesamtkosten des Ersatzteilpools fair auf die Akteure aufteilen.
- (2) Es müssen außenstehenden Unternehmen Anreize geboten werden, dem Ersatzteilpooling beizutreten.
- (3) Das zu entwickelnde Verfahren muss für die Einzelnen einfach zu verstehen und zu implementieren sein.
- (4) Es müssen Anreize geschaffen werden, um eine wahrheitsgemäße Informationsweitergabe zwischen den Kooperationspartnern zu realisieren.

Das präsentierte Verfahren, um den identifizierten Anforderungen gerecht zu werden, teilt die Summe aller Ausgaben für den Pool proportional zu den Nachfrageraten der Beteiligten auf. Diese Regel entspricht ebenfalls der Praxis von Fluggesellschaften mit Ersatzteilpooling, wo anfallende Kosten pro Flugstunde aufgeschlüsselt werden [Kar-2014, S. 95].

Der vorgestellte theoretische Ansatz zur Kostenaufteilung zwischen Kooperationspartnern ist jedoch nur bedingt praxistauglich. So argumentieren KARSTEN und BASTEN auf Grundlage eines Modells mit zum Teil restriktiven Annahmen. Zusätzlich stellt sich die Frage, wie die Kosten benötigter Ersatzteilpool-Einrichtungen sowie Ein- und Austritte von Kooperationspartnern gestaltet werden. Darüber hinaus bestimmt der Kooperationsumfang die Vorteilhaftigkeit des Ersatzteilpoolings. Werden nicht ausreichend viele Ersatzteile im Pool verwaltet, übersteigen zusätzliche Kosten für Logistik und IT den Nutzen des Ersatzteilpoolings. Folglich kann eine solche Konfiguration (zumindest nicht für alle Beteiligten) nicht vorteilhaft sein. Mit einem zunehmenden Pooling-Bestand findet ein Fixkostendegressionseffekt statt, der dazu führt, dass die Kosten für die Einrichtung und Verwaltung des Pools vernachlässigbar werden [IPR-2010].

Darüber hinaus ist ein gemeinsames IT-System notwendig, auf das alle Kooperationspartner Zugriff haben. Das IT-System muss Echtzeitinformationen über die Lagerbestandsdaten der Ersatzteile bereitstellen, um so eine notwendige Transparenz zu gewährleisten.

2.3 Zwischenfazit und Definition der Forschungslücke

Zusammenfassend hat sich gezeigt, dass Kooperationen von Unternehmen insbesondere in Zeiten der Globalisierung für KMU eine vielversprechende Möglichkeit darstellen, Kosteneinsparungen zu generieren. Insbesondere ein Bestandspooling von Ersatzteilen ermöglicht Effizienzgewinne durch eine deutliche Bestandsreduktion benötigter Ersatzteile bei gleichzeitiger Absicherung der Ersatzteilversorgung.

Ansätze des Ersatzteilpoolings werden bereits in verschiedenen Branchen erfolgreich eingesetzt. Die Ersatzteile dieser Branchen (beispielsweise Militärtechnik, Luftfahrt oder Bahntechnik) zeichnen sich insbesondere durch hohe Ersatzteilpreise und lange Nutzungsdauern aus. Die Erkenntnisse, insbesondere aus dem Pooling von Ersatzteilen zwischen mehreren Fluggesellschaften, lassen sich teilweise auch auf weitere Branchen übertragen. Dazu müssen jedoch notwendige Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile analysiert und identifiziert und weitere unternehmensspezifische Rahmenbedingungen überprüft werden.

Trotz des hohen Potenzials eines Ersatzteilpoolings laufen KMU im Ersatzteilmanagement aufgrund fehlender Netzwerke und eines großen Autonomiebestrebens Gefahr, Effizienz- und Synergiepotenziale unzureichend zu nutzen. So sind derzeit elementare Herausforderungen des Managements von Netzwerken wie der Aufbau gemeinsamer Rahmenbedingungen, die Gestaltung der Prozessverantwortlichkeiten der Partner, eine faire Gewinnverteilung sowie ein angepasstes Risikomanagement zur Abbildung und Beherrschung der Komplexität nicht gelöst.

Um die Vorteile eines Ersatzteilpoolings nutzen zu können, müssen einheitliche Standards und Regeln definiert werden. Prozessabläufe und Verantwortlichkeiten sowie Entscheidungsregeln für Sonderfälle müssen erarbeitet werden. Über eine Kostenverrechnungsmethode müssen die Kosteneinsparungen fair auf alle Kooperationspartner aufgeteilt werden. Dazu müssen zunächst im spezifischen Umfeld der Intralogistik Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile identifiziert werden. Um KMU zur Umsetzung eines kooperativen Ersatzteilpoolings zu befähigen, müssen die gewonnenen Erkenntnisse auf einer zu entwickelnden Kooperationsplattform zusammengefasst werden.

3 Anforderungen für ein Ersatzteilpooling in der Intralogistik

Verfasser: Yannic Hafner, Markus Jung

Ziel des ersten Arbeitspakets ist die Abgrenzung des Untersuchungsrahmens durch die Beschreibung des Einsatzbereiches eines Bestandspoolings von Ersatzteilen sowie die Ist-Aufnahme der Ersatzteilversorgung und -bevorratung von Intralogistikanlagen. Es werden damit zwei wesentliche Aspekte behandelt: die Aufnahme von Anforderungen für ein Ersatzteilpooling und an potenziell Beteiligte sowie die Klassifikation und Charakterisierung von Ersatzteilen in der Intralogistik, um deren Spezifika zu definieren. Hierfür werden Methoden wie Experteninterviews, Gruppendiskussionen, Auswertungen von Ersatzteildaten, Bestands-, Verbrauchs- und Beschaffungsanalysen sowie eine Literaturrecherche angewendet.

Dementsprechend sind die folgenden Ergebnisse Gegenstand des aktuellen Kapitels und wurden erarbeitet:

- (1) Anforderungen, Rahmenbedingungen und Strukturen der Partner und des Ersatzteilpoolings
- (2) Eigenschaften von Ersatzteilen in der Intralogistik

Einzelne Elemente der Ausgestaltungsformen eines kooperativen Bestandspoolings von Ersatzteilen und der identifizierten Anforderungen an die Kooperation, beteiligte Unternehmen und kooperativ bevorratete Ersatzteile sind bereits in [Haf-2018] veröffentlicht.

3.1 Angewendete Methoden

Die relevanten Anforderungen an die Rahmenbedingungen und Strukturen des Ersatzteilpoolings, die Kooperationspartner sowie die Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile werden im ersten Arbeitspaket definiert. Diese werden durch eine Literaturrecherche, Think-Aloud-Experteninterviews und eine Gruppendiskussion im Rahmen einer Sitzung des projektbegleitenden Ausschusses erarbeitet (Abbildung 3-1).

In der Literaturrecherche werden wissenschaftliche Datenbanken nach Ersatzteilmanagement, Intralogistik, Instandhaltung und Pooling durch Kooperationen im Allgemeinen durchsucht und daraus erste Kriterien abgeleitet. Diese Kriterien werden in der Gruppendiskussion bewertet und erweitert. Darüber hinaus fließen durch die Think-Aloud-Experteninterviews die individuellen Anforderungen und Meinungen der Praxisvertreter ein. Es werden hier Fragestellungen zur Umsetzung des Ersatzteilpoolings formuliert, die die Praxisvertreter offen auf Basis ihrer Erfahrungen und Ersatzteildatenbanken beantworten können.

Dazu wird ein Fragebogen erarbeitet, welcher Betreiber und Hersteller von Intralogistiksystemen sowie Beratungsunternehmen differenziert und sich jeweils in drei Abschnitte gliedert: In Abschnitt eins werden unterschiedliche Ersatzteilmanagementthemen abgefragt. Darunter fallen Fragen zur Instandhaltung, Ersatzteiltypen und der Poolingtauglichkeit. In Abschnitt zwei werden die Anforderungen an Partner und die beteiligten Unternehmen erhoben. Diese fokussieren unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und das IT-System. Im dritten Abschnitt werden Anforderungen an die Kooperation erfragt. Es werden dabei Nutzen und Risiken einer Kooperation, bisherige Erfahrungen auf Plattformen und die Herausforderung der Datennutzung und Transparenz in der Kooperation abgefragt. Die Methodik wurde so gewählt, um eine möglichst große Anzahl Informationen zu erheben und gleichzeitig eine Validierung sicherzustellen. Der Fragebogen zur Durchführung der Experteninterviews ist in Anhang A dargestellt.

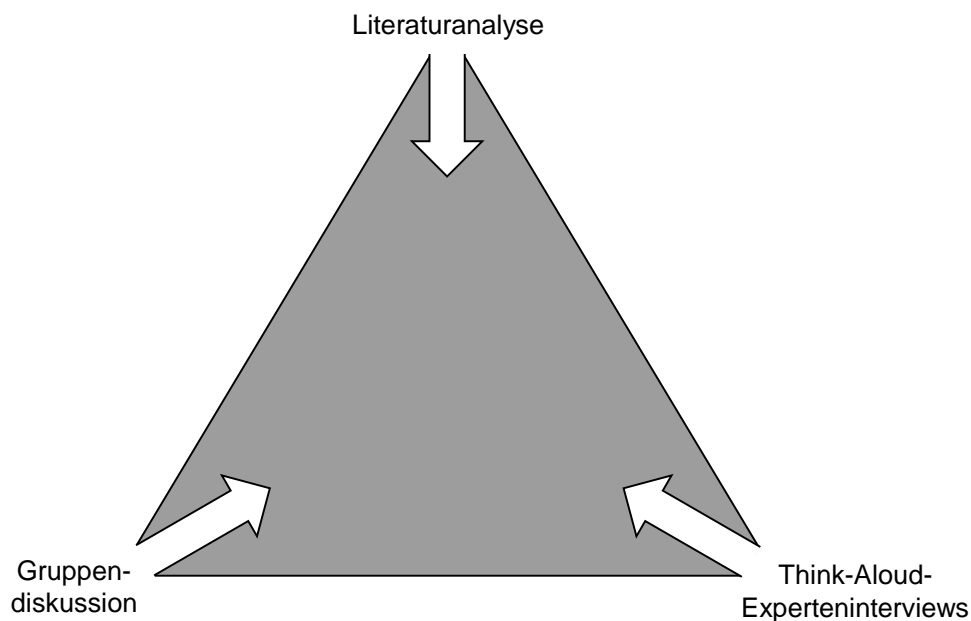


Abbildung 3-1: Visualisierung der Methodik

3.2 Ausgestaltungsformen eines kooperativen Ersatzteillagerings

Für ein kooperatives Bestandpooling von Ersatzteilen existieren verschiedene Ausgestaltungsformen. Die Ausgestaltung bestimmt maßgeblich die Anforderungen an die Kooperation und die kooperierenden Unternehmen. Um ein einheitliches Verständnis des Betrachtungsgegenstands sicherzustellen, wurde eine Morphologie von Ausgestaltungsformen des kooperativen Bestandpoolings von Ersatzteilen erarbeitet (Tabelle 3-1) [Haf-2018]. Die einzelnen Kriterien wurden mit Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses diskutiert und eine Ausgestaltungsempfehlung definiert.

Tabelle 3-1: Morphologie von Ausgestaltungsformen des kooperativen Ersatzteillagerings [Haf-2018]

Kriterium	Ausprägung		
Lagerung der Ersatzteile	Dezentral		Zentral
Ersatzteilbeschaffung des Pools (Einkauf): Pool-Lieferanten	Pool als geschlossener Verhandlungspartner	Beteiligtes Unternehmen mit Kostenvorteilen	Kombination Pool geschlossen <-> einzelnes Unternehmen
Ermittlung der kooperativen Ersatzteilbestandshöhe	Dynamisch	Statisch - intervallbasiert	Statisch - einmalig
Auslieferung der Ersatzteile	Unabhängige Spedition	An Zentrallager angeschlossene Spedition	Jedes beteiligte Unternehmen individuell
Eigentumsverhältnisse während der Ersatzteillagerung	Unternehmen, bei dem die Ersatzteile gelagert sind		Pool
Durchführen der Instandhaltungsmaßnahmen	Dienstleister	Unternehmen, welches die Ersatzteile benötigt, selbst	Unternehmen innerhalb des Pools mit entsprechender Kompetenz

Zunächst ist zu unterscheiden, ob die Ersatzteile dezentral oder zentral gelagert werden. Bei zentraler Lagerung werden alle bevorrateten Ersatzteile bei einem Unternehmen zentral gelagert. Da im vorliegenden Forschungsprojekt nicht sichergestellt ist, dass jedes Unternehmen einen Ersatzteilbedarf für jedes bevorratete Ersatzteil hat, werden die Ersatzteile dezentral bei den beteiligten Kooperationspartnern gelagert. Die Ersatzteile sollten dabei sinnvoll nach zu definierenden Kriterien auf die einzelnen Unternehmen aufgeteilt werden. Durch die dezentrale Lagerung der Ersatzteile wird gewährleistet, dass jeder Kooperationspartner zur Befähigung der Kooperation beiträgt und nicht ein Unternehmen übermäßig große Aufwände aufbringen muss.

Während der Kooperationsbeziehung müssen Ersatzteile von den Ersatzteillieferanten eingekauft und beschafft werden. Hier empfiehlt es sich, dass der Pool als geschlossener Verhandlungspartner auftritt. Durch eine erhöhte und verstetigte Nachfrage des Pools gegenüber den Einzelunternehmen können verbesserte Einkaufskonditionen erzielt werden.

Die in der Kooperation zu bevorratende Ersatzteilbestandshöhe sollte dynamisch ermittelt werden, sobald sich die Eingangsgrößen verändert oder aufgrund eines verlängerten Betrachtungszeitraums neue Erkenntnisse ableiten lassen. Zusätzlich werden durch eine dynamische Ermittlung eine veränderte Zusammensetzung und Anzahl an Kooperationspartnern berücksichtigt.

Die Auslieferung der Ersatzteile an ein bestellendes Unternehmen innerhalb der Kooperation kann durch beteiligte Unternehmen oder eine externe Spedition durchgeführt werden. Die Einbindung einer unabhängigen Spedition ist vorteilhaft, da diese das erforderliche Know-how und Ressourcen besitzt. Es ist nicht sichergestellt, dass alle beteiligten Unternehmen die notwendige Speditionskompetenz besitzen.

Kooperativ bevorratete Ersatzteile können von dem Unternehmen, bei dem sie gelagert sind oder vom Pool gemeinschaftlich finanziert werden. Für beide Varianten können verschiedene Vorteile identifiziert werden. Um die Kooperationsbeziehung möglichst einfach und transparent zu gestalten, werden die Ersatzteile im Rahmen des Forschungsprojekts ETKoop von dem Unternehmen finanziert, welches diese auch lagert. Dadurch wird auf komplexe gemeinschaftliche Finanzierungsverfahren verzichtet. Um sicherzustellen, dass beteiligte Unternehmen gleichmäßig finanziell belastet werden, müssen die Ersatzteile sinnvoll und in Abhängigkeit der Ersatzteilbedarfe auf die Lager der Unternehmen aufgeteilt werden.

Das kooperative Bestandspooling zielt auf eine effiziente Bereitstellung benötigter Ersatzteile. Instandhaltungsmaßnahmen sind kein Bestandteil der Ersatzteilerstellung, schließen sich jedoch direkt an diese an. Durch die Integration von Instandhaltungsdienstleistern kann der Nutzen der Kooperation für alle Unternehmen gesteigert werden. Aufgrund der heterogenen Interessen einzelner Kooperationspartner kann jedes beteiligte Unternehmen individuell festlegen, ob es die Instandhaltungsmaßnahmen selbst oder durch einen Dienstleister durchführen lässt.

Für die identifizierte Ausgestaltungsempfehlung des kooperativen Bestandspoolings von Ersatzteilen werden im Folgenden Rahmenbedingungen und Anforderungen an die Kooperation und an die kooperierenden Unternehmen definiert. Zusätzlich werden

Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile abgeleitet. Alle Anforderungen, Rahmenbedingungen und Strukturen werden zusammenfassend in einem Anforderungskatalog dokumentiert (Kapitel 3.7).

3.3 Klassifikation und Charakterisierung von Ersatzteilen in der Intralogistik

Basis der Klassifikation und Charakterisierung der Ersatzteile intralogistischer Anlagen sind Bestands- und Verbrauchsanalysen sowie Beschaffungsanalysen. Die VDI-2892 zur Regelung des Ersatzteilwesens der Instandhaltung gibt richtungsweisende und praxisorientierte Rahmenbedingungen, welche zur Sicherung der Qualität beitragen sollen [VDI-2892]. Ferner gilt sie für alle Ersatzteile, welche zur Instandhaltung von Maschinen und Anlagen benötigt werden. Nicht gültig ist sie für allgemeine Hilfs- und Betriebsstoffe, zudem werden steuer- und handelsrechtliche Bewertungen gesetzlich geregelt. Die in der VDI-2892 aufgeworfenen Fragestellungen werden zur besseren Operationalisierung und Anwendbarkeit auf den Pool durch den projektbegleitenden Ausschuss angepasst und reduziert (Tabelle 3-2). Im Folgenden werden zunächst typische Funktionen und Prozesse der Intralogistik erläutert und verschiedene für das Ersatzteilmanagement relevante Klassifikationen vorgestellt, um ein einheitliches Verständnis des Untersuchungsgegenstands sicherzustellen.

3.3.1 Systematisierung und Charakterisierung der Intralogistik

In Abbildung 3-2 sind Funktionen und Teilprozesse der Intralogistik in einem Referenzprozess dargestellt. Anhand dieser Teilprozesse werden die Aufgaben der Intralogistik näher spezifiziert und es wird ein gemeinsames Begriffsverständnis geschaffen. Auf Basis dieses Begriffsverständnisses können weitere Ergebnisse erarbeitet werden und es kann effektiv mit den Praxispartnern im projektbegleitenden Ausschuss diskutiert und erarbeitete Ergebnisse evaluiert werden.

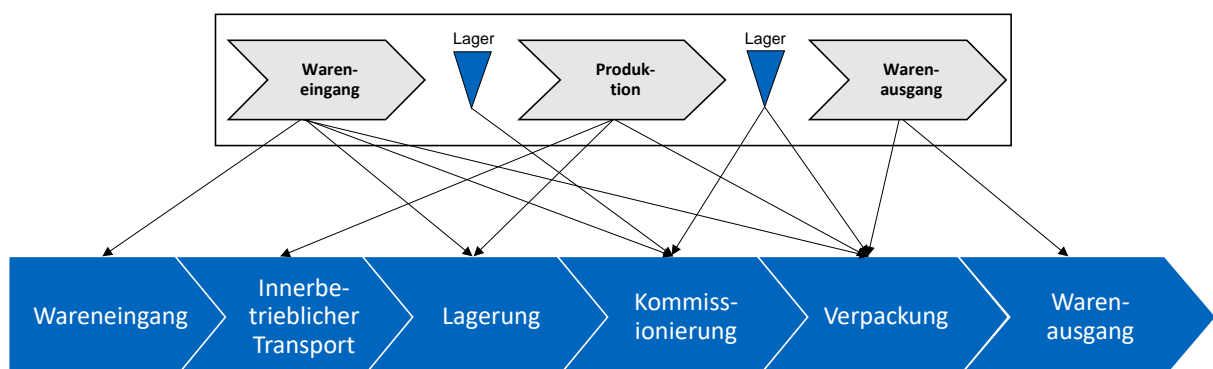


Abbildung 3-2: Erarbeiteter Referenzprozess der Intralogistik

Wareneingang

Der Wareneingang stellt die Schnittstelle des Unternehmens zum Beschaffungsmarkt dar und trennt damit den externen vom innerbetrieblichen Güterfluss [Mar-2016, S. 22ff]. Im Wareneingang werden die Güter physisch angenommen und anschließend entsprechenden Ladehilfsmitteln und Lagerbereichen zugeordnet [Hom-2011, S. 51f]. Die Aufgaben im Wareneingang sind die Lieferscheinkontrolle und Prüfung der gelieferten Güter in Qualität (äußere Schäden) und Quantität entsprechend der Bestellung. Nach diesem Prozess werden die eingegangenen Güter systemseitig erfasst und an Lagerplätze verteilt [See-2010, S. 131ff].

Innerbetrieblicher Transport

Der innerbetriebliche Transport wird abgewickelt durch die Förderung von Gütern zwischen Wareneingang, Lager, Produktionsstellen und Warenausgang [Arn-2008, S. 613f]. Der innerbetriebliche Transport kann mit Fördern gleichgesetzt werden. Die Hauptaufgabe des Förderns ist die „Raumüberwindung von Objekten innerhalb des Unternehmens bzw. innerhalb von Betriebstätten (Lager, Produktion, Hallen, Werksgelände, Fabrikanlagen [...]“ [Wan-2014, S. 605].

Lagerung

Die Lagerung umfasst die Vorratshaltung von Gütern. Die Vorratshaltung ist eine aktive Unterbrechung des Güterflusses [Mar-2016, S. 344]. Diese Unterbrechung dient der gesicherten Versorgung der Produktionsprozesse und der Lieferfähigkeit [Mar-2016, S. 344]. Neben der Lagerung selbst findet die IT-seitige Datenverarbeitung statt. Diese dient der effektiven und effizienten Steuerung des Lagers, der Lagerplätze und der Bestandsführung [See-2010, S. 68ff].

Kommissionierung

Beim Kommissionieren werden Güter von einem Lagerplatz in einen verbrauchsspezifischen Zustand überführt [Hom-2011, S. 4]. Die Kommissionierung erfordert teilweise manuellen Einsatz von Personal und ist daher ein sehr kostenintensiver Teilprozess. Hinzu kommen hohe Qualitätsanforderungen, da die Art und Sorgfalt der Kommissionierung von Kunden wahrgenommen werden kann [Hom-2011, S. 1]. Es stehen viele unterschiedliche Verfahren, Automatisierungsstufen und Technologien zur Kommissionierung zur Verfügung [Gud-2011, S. 453].

Verpackung

Die Verpackung ist die eigentliche Umhüllung eines Gutes. Diese Verpackung hat primär eine Schutzfunktion [Wan-2014, S. 598ff; Mar-2016, S. 65]. Hinzu kommen die Lagerfunktion (u. a. Stapelbarkeit), die Transportfunktion (u. a. Sicherung des Transports) oder die Informationsfunktion (u. a. Kennzeichnung).

Warenausgang

Der Warenausgang ist der letzte Teilprozess der Intralogistik [Mar-2016, S. 99ff]. Für einen strukturierten Warenausgang werden Warenausgangszonen gebildet. Hier werden die Güter in Versandeinheiten zusammengestellt und die Güter werden an Spediteure übergeben und ausgebucht [See-2010, S. 136].

3.3.2 Ansätze zur Charakterisierung und Klassifikation von Ersatzteilen

Ein Ersatzteil ist nach DIN 24420 ein Einzelteil, eine Baugruppe, ein Modul oder ein vollständiges Erzeugnis, das dazu bestimmt ist, beschädigte, verschlissene oder fehlende Einzelteile, Baugruppen, Module oder Erzeugnisse zu ersetzen, um die volle Funktionsfähigkeit der übergeordneten Baugruppe oder eines Primärprodukts wiederherzustellen [IPR-2010; DIN-24420]. Zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit müssen benötigte Ersatzteile verfügbar sein. Daher ist die primäre Aufgabe des Ersatzteilmanagements nach PAWELLEK das Decken des zufällig entstehenden Ersatzteilbedarfs, wozu Ersatzteile in der richtigen Art und Menge, zum richtigen Zeitpunkt und kostenoptimal bereitgestellt werden müssen [Paw-2013, S. 293].

Aufgrund der Vielzahl und Verschiedenartigkeit von Ersatzteilen ist eine Klassifikation erforderlich, um für ein Ersatzteillpooling geeignete Ersatzteile zu identifizieren. Ziel der folgenden Klassifikation ist die aufwandsarme Identifikation poolinggeeigneter Ersatzteile. Hierzu erfordert eine Klassifikation nach VDI-2892 ein Verzeichnis, in dem unterschiedliche Ersatzteile über Gemeinsamkeiten gruppiert aufgeführt sind [VDI-2892]. Dies sind beispielsweise Schrauben, Wellen oder Drehstrommotoren. Ein Ersatzteillpool benötigt ein Verzeichnis, das die Ersatzteile nach sinnvollen Kriterien ordnet. Grundsätzlich werden folgende Daten und Merkmale zur Einstufung der Ersatzteile benötigt:

- Ersatzteilliste je Maschine/Anlage gegliedert in Baugruppen
- Ersatzteilverwendungsnachweis zur Zuordnung zu Maschinen und Anlagen

Für die Merkmale gilt, dass sie erfassbar und poolingrelevant sein müssen. Erfassbarkeit erfordert einen geringen Aufwand bei der Ermittlung von Daten und eine einfache Zuordnung von Merkmalsausprägungen innerhalb einer Klasse. Poolingrelevanz bedeutet, dass die Merkmale aussagkräftig für die Poolingeeignung sind. In der Literatur wird die Verwendung einer multidimensionalen Klassifikation empfohlen, die im Folgenden erarbeitet wird (Tabelle 3-2) [VDI-2892].

Aufbauend auf dem definierten Verständnis der Intralogistik und den darin vorherrschenden Prozessen wurde eine Klassifikation und Charakterisierung von Ersatzteilen

in der Intralogistik vorgenommen. Basis der Charakterisierung der Ersatzteile der Intralogistik sind eine Bestands- und Verbrauchs- sowie eine Beschaffungsanalyse. Aus der Vielfältigkeit von Ersatzteilen resultiert eine hohe Bandbreite von Merkmalsausprägungen und vielfältige unterschiedliche Merkmale selbst. Es ist notwendig, dass sich eine Klassifikation auf die wichtigsten und aussagekräftigsten Merkmale fokussiert. Es werden daher die in der VDI-2892 aufgeworfenen Fragestellungen der jeweiligen Analyse zur Operationalisierung und Anwendbarkeit auf das Pooling durch eine umfassende Literaturlauswertung und den projektbegleitenden Ausschuss auf die für das Ersatzteilpooling relevanten Merkmale angepasst, reduziert und in Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile überführt (Kapitel 3.4) [VDI-2892]. Hierzu wurden insgesamt 12 Merkmale erarbeitet (Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Merkmale zur Klassifikation von Ersatzteilen in der Intralogistik

Merkmal	Ausprägung					
	A-Teil		B-Teil		C-Teil	
1 Umsatz / Wertigkeit ABC-Analyse	A-Teil		B-Teil		C-Teil	
2 Wertschöpfungsgrad des Ersatzteils / Wertschöpfungsstufe / Komplexitätsgrad	Einzelteil	Baugruppe	Modul	System	Produkt	
3 Lagerhaltungskosten	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	
4 Lagerfähigkeit	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	
5 Ersatzteilpreis / Ersatzteilwert	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	
6 Vorhersagegenauigkeit der Bedarfe (XYZ-Analyse)	regelmäßig		unregelmäßig		sporadisch	
7 Dringlichkeit	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	
8 Standardisierungsgrad	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig	
9 Austauschbarkeit	Ja			Nein		
10 Ersatzteilbedarfsdeckungsstrategie	Beschaffen	Produzieren	Endbevorraten	Nutzung kompatibler Teile	Instandsetzung	Altteilwiederverwendung
11 Verfügbarkeit bei OEM (Alter)	Ja			Nein		
12 Obsoleszenzrisiko	sehr hoch	hoch	mittel	niedrig	sehr niedrig	

1) Umsatz / Wertigkeit ABC-Analyse

Der Bedarf beschreibt die Bedeutung eines Ersatzteils für den Umsatz eines Unternehmens anhand seines Verbrauchswertes. Diese wird durch eine ABC-Klassifikation mit dem Gesamtbestandwert der Ersatzteile bestimmt. A-Teile sind Ersatzteile, die mit 20 % der Ersatzteile 70 % des Verbrauchswertes ausmachen. B-Teile umfassen

30 % der Ersatzteile, die zusammen für 20 % des Verbrauchswertes stehen, während C-Teile 50 % der Ersatzteile sind, die 10 % des Verbrauchswertes repräsentieren.

2) Wertschöpfungsgrad des Ersatzteils / Wertschöpfungsstufe / Komplexitätsgrad

Die Wertschöpfungsstufe beschreibt die Fertigungsstufe eines Ersatzteils anhand der bereits durchlaufenen Wertschöpfungsstufen. Diese wird in den Ausprägungen Einzelteil, Baugruppe, Modul, System und Produkt erfasst. Ein Einzelteil ist ein nicht zerstörungsfrei zerlegbarer Gegenstand. Eine Baugruppe dagegen besteht aus mehreren Einzelteilen. Diese ist keine funktionsfähige Einheit und weist eine geringe Komplexität auf. Ein Modul besteht aus mehreren Baugruppen und Einzelteilen und bildet eine funktionsfähige Einheit, muss allerdings noch in das System eingebettet werden. Module weisen eine hohe Komplexität auf. Ein System besteht aus mehreren Modulen, Baugruppen und Einzelteilen und bildet eine voll funktionsfähige Einheit. Ein Produkt umfasst alle ausgeführten Wertschöpfungsstufen, ist voll funktionsfähig und weist einen sehr hohen Komplexitätsgrad auf.

3) Lagerhaltungskosten

Die Lagerhaltungskosten beschreiben einerseits den zusätzlichen Aufwand der Lagerhaltung, aus welchem zusätzliche Kosten entstehen, andererseits die anteiligen Flächenkosten bei der Lagerhaltung einer Einheit eines Ersatzteils.

4) Lagerfähigkeit

Die Lagerfähigkeit zeigt auf, wie lange gelagerte Ersatzteile unter den getroffenen Maßnahmen und Bedingungen gelagert werden können. Diese steigt mit der Alterungsbeständigkeit von Ersatzteilen. Die Ausprägungen der Lagerfähigkeit sind in den Ausprägungen sehr hoch, hoch, mittel, gering und sehr gering dargestellt.

5) Ersatzteilpreis / Ersatzteilwert

Der Ersatzteilpreis bzw. der Ersatzteilwert beschreiben den monetären Wert eines Ersatzteils. Dieser kann durch eine ABC-Klassifikation, welche die Ersatzteilnummern über den Gesamtwert aller Ersatzteile aufträgt, bestimmt werden. Dabei wird die Bedarfshäufigkeit (der Verbrauchswert) nicht berücksichtigt. Die Ausprägungen des Preises wurde in die Kategorien sehr hoch, hoch, mittel, gering und sehr gering unterteilt.

6) Vorhersagegenauigkeit der Bedarfe (XYZ-Analyse)

Ein weiteres Merkmal ist die Vorhersagegenauigkeit der Bedarfe. Diese beschreibt die Dynamik des Bedarfs (Regelmäßigkeit der Bedarfshöhe) innerhalb eines geeigneten Bezugszeitraumes der Vergangenheit. Gemessen werden kann die Bedarfsrate über die Kontinuität der Lagerabgangsmengen. Die Lagerabgangsmengen können in den Ausprägungen regelmäßig, unregelmäßig oder sporadisch erfolgen.

7) Dringlichkeit

Die Dringlichkeit beschreibt den Zeitraum, der für die Beschaffung bzw. den Austausch maximal in Anspruch genommen werden darf. Dabei ist die Relevanz der jeweiligen Anlage für den laufenden Betrieb das entscheidende Kriterium. Je kritischer diese ausfällt desto schwieriger ist das Ersatzteil über ein Ersatzteilverpooling zu bevorraten.

8) Standardisierungsgrad

Einen Ansatz bietet SCHWELM im Aggregat-Pooling von beispielsweise Drehstrommotoren [Sch-2006]. Demnach eignen sich besonders zwei Arten von Aggregattypen: stark standardisierte Aggregate und Aggregate bzw. Anlagen, welche sich in stark standardisierte Komponenten zerlegen lassen. Mit stark standardisierten Aggregaten ließe sich mit wenigen Reservegeräten eine große Anzahl von eingebauten Geräten und Anlagen absichern. Für Aggregate, die aus standardisierten Komponenten bestehen, können ebenfalls wenige Komponenten eine große Anzahl an Anlagen absichern. Ein Beispiel hierfür sind Stellgeräte.

9) Austauschbarkeit

Die Austauschbarkeit einer Anlage oder eine Komponente ist ein wesentliches Merkmal für die Klassifizierung der Ersatzteile. Nur austauschbare Komponenten können für das Ersatzteilverpooling eingesetzt werden.

10) Ersatzteilbedarfsdeckungsstrategie

Zunächst gilt es zu identifizieren, welche Ersatzteilstrategie für das relevante Ersatzteil eingesetzt wird. Hierbei werden sechs Strategien der Ersatzteilbedarfsdeckung unterschieden. Diese sind: Beschaffen, Produzieren, Endbevorraten, Nutzung kompatibler Teile, Instandsetzung sowie Altteilewiederverwendung (Abbildung 3-3).

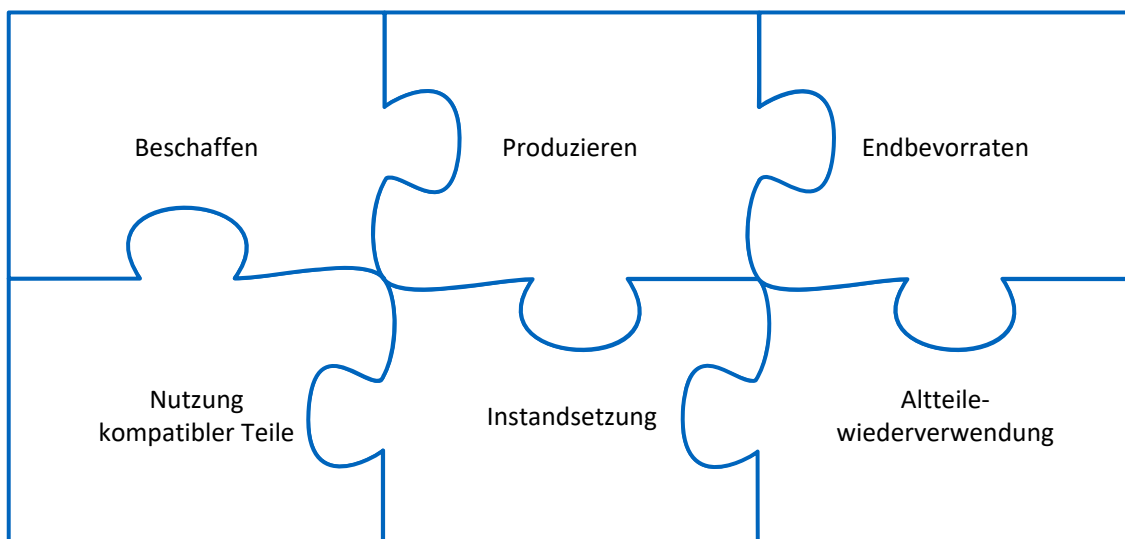


Abbildung 3-3: Singuläre Strategien zur Ersatzteilbedarfsdeckung

Für die Strategie *Beschaffen* werden die benötigten Ersatzteile bei einem oder mehreren Zulieferern eingekauft. Im Falle des Poolings können sie bei Konkurrenten, Lieferanten oder Instandhaltern eingekauft werden. Um diese Strategie einsetzen zu können, müssen ausreichend Lagerflächen und -einrichtungen vorhanden sein. Außerdem muss das Risiko von Bauteilabkündigungen gering sein bzw. es sollten mehrere Verkäufer für die benötigten Bauteile verfügbar sein. Die Strategie eignet sich daher am besten für Standard- und Querschnittteile sowie für nicht Know-how intensive Teile.

Für die Strategie *Produzieren* werden die benötigten Ersatzteile in Bedarfsblöcken hergestellt (in der Nachserie, während der Serie werden entsprechend mehr Teile produziert). Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein von Produktionsanlagen, Kompetenzen und Kapazitäten zur Fertigung des Ersatzteils, ausreichender Lagerflächen und Lagereinrichtungen, Dokumentation der Produktspezifikationen, Besitz der notwendigen Lizenzen zur Fertigung des Ersatzteils etc. Daher eignet sich diese Strategie insbesondere für Know-how intensive Ersatzteile, Ersatzteile mit höheren und regelmäßigen Bedarfen sowie Ersatzteile, für die keine langfristige Bedarfsprognose möglich ist. Produziert werden kann unter den definierten Umständen von allen partizipierenden Parteien. Es können somit Teile, die bislang als Einzelteile produziert wurden, für das Netzwerk in größerer Stückzahl produziert werden.

Bei der Strategie *Endbevorraten* erfolgt die Produktion eines Abschlussloses zu einem bestimmten Zeitpunkt durch den Hersteller der Intralogistikanlage, beispielsweise am Ende der Serienfertigung oder auch später, welches den gesamten zukünftigen Bedarf decken soll. Das Abschlusslos wird eingelagert und die Kundenversorgung erfolgt vom Lager aus. Die Einlagerung kann auf verschiedenen Wertschöpfungsstufen erfolgen; bei Einlagerung auf geringer Stufe müssen eventuell noch Fertigungseinrichtungen vorgehalten werden. Voraussetzungen für einen Einsatz der Strategie des Endbevorratens sind die Lagerfähigkeit der Ersatzteile bis zum geplanten End-of-Service sowie das Vorhandensein ausreichender Lagerflächen und -einrichtungen. Die Strategie eignet sich für schwierig nachzuproduzierende Ersatzteile, solche mit sporadischem Bedarf, für gut prognostizierbare Ersatzteilbedarfe sowie bei hoher Lagerfähigkeit und Alterungsbeständigkeit der Ersatzteile.

Bei der Strategie *Nutzung kompatibler Teile* wird der Ersatzteilbedarf aus der laufenden Serienfertigung durch Einsatz eines kompatiblen Teils gedeckt. Die Kompatibilität kann durch Standardisierung, Modularisierung oder Modifikation erzeugt werden, zusätzlich besteht die Möglichkeit des Redesigns. Ebenso schlägt der projektbegleitende Ausschuss einen Herstellervergleich vor, um zu prüfen, welche Teile herstellerübergreifend verwendet werden können. Es stehen hier hauptsächlich Standardteile im Fo-

kus, bei welchen weder hoher Umsatz noch hohes technisches Know-how eingeflossen sind. Bei nur bedingt kompatiblen Teilen kann Kompatibilität durch den Einsatz von Verbindungsstücken oder Adaptern erhöht werden. Kompatible Teile können auch ausschließlich für die Ersatzteilversorgung, unabhängig von der Serienfertigung, genutzt werden. Voraussetzung für die Nutzung kompatibler Teile ist das Vorliegen einer Dokumentation der Produktspezifikationen, etwa in Form von Bauteilzeichnungen. Des Weiteren müssen kompatible Teile vorhanden oder zumindest aufwandsarm herstellbar sein. Die genannte Strategie eignet sich deshalb darüber hinaus für Ersatzteile, für welche kompatible Teile existieren oder mit geringem Aufwand hergestellt werden können, zusätzlich für Ersatzteile mit geringen und unregelmäßigen Bedarfen oder begrenzter Lagerfähigkeit.

Bei der Strategie *Instandsetzung* wird die Betriebsfähigkeit defekter Geräte durch den Austausch oder die Reparatur von Teilen wiederhergestellt. Dabei kann das Teil direkt repariert bzw. ausgetauscht oder repariert und in einem anderen Gerät wiedereingesetzt werden. Die Instandsetzung kann vorbeugend, ausfallbedingt oder geplant erfolgen. Eine Voraussetzung ist die Kompetenz zur Identifikation fehlerhafter Teile einer Baugruppe. Außerdem muss das Ersatzteil demontagefähig sein und es muss eine Dokumentation von Produktspezifikationen vorliegen. Die Strategie Instandsetzung eignet sich vor allem als Ergänzung zu anderen Strategien der Ersatzteilbedarfsdeckung. Im Rahmen dieser Ergänzung wurde ein Unternehmen in den projektbegleitenden Ausschuss aufgenommen, welches sich insbesondere auf die Instandsetzung fokussiert. Die Eignung der Strategie wird in den folgenden Arbeitspaketen weiter erörtert und validiert.

Wird die Strategie *Altteilewiederverwertung* verfolgt, werden zurückgeführte Primärprodukte aufgearbeitet und die noch verwendbaren Ersatzteile ausgelöst und weitergenutzt. Durch verschiedene Bearbeitungsprozesse (Prüfung, Reparatur, Remanufacturing) wird der gewünschte Verkaufszustand wiederhergestellt und die Ersatzteile können als Gebrauchtteile oder neuwertige Teile angeboten werden. Voraussetzung für den Einsatz dieser Strategie sind die Möglichkeit zur Prüfung der Ersatzteile auf Betriebs- und Funktionssicherheit, das Vorhandensein von Gebrauchtteilen bzw. Altprodukten sowie die Demontagefähigkeit des Ersatzteils. Die Strategie eignet sich daher für reparaturfähige, nicht-sicherheitskritische Ersatzteile mit geringen Bedarfsleveln, beispielsweise zum Ende des Servicezyklus. Die Altteilewiederverwertung kann durch ein Pooling eine neue Einnahmequelle ergeben.

Grundsätzlich können somit alle Strategien durch ein Ersatzteilpooling unterstützt und kombiniert werden.

11) Verfügbarkeit

Dieses Kriterium wird vom projektbegleitenden Ausschuss als sehr wichtig angesehen. Denn Bauteile, die nicht weiter verfügbar sind, können durch das Pooling verfügbar gemacht werden, wenn ein Teilnehmer diese Teile vorrätig hat. Die Verfügbarkeit in Kombination mit der Standardisierung beschreibt so genannte Exotenteile, die der projektbegleitende Ausschuss als Ersatzteile mit großer Eignung für das Pooling betrachtet.

12) Obsoleszenzrisiko

Ein weiterer Faktor ist das Obsoleszenzrisiko, welches das Risiko einer unvorhersehbaren Bauteilabkündigung beschreibt. Je höher das Obsoleszenzrisiko, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ersatzteil keine Verwendung im Unternehmen findet und abgeschrieben werden muss. Durch das Pooling entsteht die Möglichkeit, das Bauteil innerhalb des Pools zu verkaufen.

3.4 Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile

Die in Kapitel 3.3 identifizierten Merkmale und Ausprägungen wurden mit den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses innerhalb einer Gruppendiskussion diskutiert. Die Teilnehmer evaluierten und bewerteten dadurch Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile. Die Präsentations- sowie Diskussionsinhalte wurden protokolliert. Die Ergebnisse der Gruppendiskussion sind in Tabelle 3-3 dargestellt. Die Projektteilnehmer konnten bei der Beantwortung der Fragen mehrfache Ausprägungen nennen.

Tabelle 3-3: Ausprägungsempfehlungen von Ersatzteilen in der Intralogistik für ein Ersatzteilpooling

Merkmal		Ausprägung					
1	Umsatz/Wertigkeit ABC-Analyse	A-Teil		B-Teil	C-Teil		
2	Wertschöpfungsgrad des Ersatzteils/Wertschöpfungsstufe/Komplexitätsgrad	Einzelteil	Baugruppe	Modul	System	Produkt	
3	Lagerhaltungskosten	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	
4	Lagerfähigkeit	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	
5	Ersatzteilpreis/Ersatzteilverwert	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering	
6	Vorhersagegenauigkeit der Bedarfe (XYZ-Analyse)	regelmäßig		unregelmäßig	sporadisch		
7	Dringlichkeit	Sehr hoch	Hoch	Mittel	Gering	Sehr gering	
9	Standardisierungsgrad	Sehr hoch	Hoch	Mittel	Niedrig	Sehr niedrig	
9	Austauschbarkeit	Ja			Nein		
10	Ersatzteilbedarfsdeckungsstrategie	Beschaffen	Produzieren	Endbevorraten	Nutzung kompatibler Teile	Instandsetzung	Altteilewiederverwendung
11	Verfügbarkeit bei OEM (Alter)	Ja			Nein		
12	Obsoleszenzrisiko	Sehr hoch	Hoch	Mittel	Niedrig	Sehr niedrig	

Insgesamt zeigt sich ein deutliches Bild, welche Ersatzteile sich kooperativ bevorraten lassen. Deshalb wurden die identifizierten Merkmale und Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile nach Auswertung weiterer Experteninterviews zu Haupteigenschaften zusammengefasst, die sich aufwandsarm ermitteln lassen (Abbildung 3-4). Der dazu verwendete Fragebogen ist in Anhang A dargestellt.

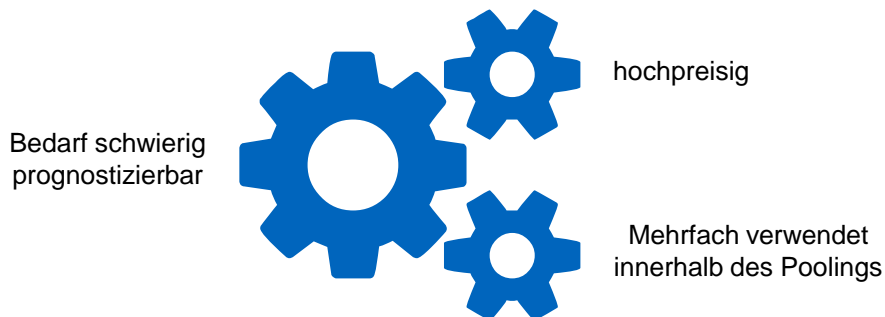


Abbildung 3-4: Haupteigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile [Haf-2018, S. 202]

Kooperativ bevorratete Ersatzteile sollten einen schwierig prognostizierbaren Bedarf aufweisen. Ersatzteile, für die mit gängigen Methoden und vertretbarem Aufwand

keine optimale Bestandshöhe ermittelt werden kann, werden zumeist in zu hoher Stückzahl vorrätig gehalten, um potenzielle Anlagenstillstände in jedem Fall vermeiden zu können. Zusätzlich sollten die Ersatzteile hochpreisig sein, da insbesondere die Kombination aus einem schwierig prognostizierbaren und sporadischen Bedarf („langsamdrehend“) kombiniert mit einem hohen Ersatzteilpreis Ersatzteile beschreibt, die bei einer großen Kapitalbindung häufig ungenutzt im Lager liegen, um im Bedarfsfall schnell verfügbar zu sein. Grundvoraussetzung für eine kooperative Ersatzteilbevorratung ist darüber hinaus eine Mehrfachverwendung innerhalb des Poolings. Ersatzteile müssen von mehreren Kooperationspartnern verwendet und nachgefragt werden. Nur dadurch ist sichergestellt, dass sich beispielsweise der durchschnittliche Bestand je Kooperationspartner verringert.

Zusätzliche eignen sich insbesondere Ersatzteile, die hohe Bevorratungskosten verursachen, für eine kooperative Bevorratung. Neben der Vorteilhaftigkeit einzelner Merkmalsausprägungen lassen sich über die Kombination verschiedener Ausprägungen deutlichere Merkmale identifizieren. In Kapitel 4 werden aufbauend auf diesen Ausprägungen durch Data Mining sinnvolle Cluster für die einzelnen vorteilhaften Kombinationen ermittelt und die Eignung verschiedener Ersatzteile realer Datensätze der Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses analysiert.

3.5 Anforderungen an die Kooperation

Mit Hilfe der Erkenntnisse aus der Literatur, den Gruppendiskussionen und den Experteninterviews werden relevante Anforderungen an die Kooperation für ein Pooling von Ersatzteilen in der Intralogistik abgeleitet.

Für die Kooperation bestehen insbesondere folgende Herausforderungen, welche anschließend erläutert werden:

- Einfachheit
- Transparenz
- Effizienz
- Branchenunabhängigkeit

Einfachheit

Durch Kooperationen können beteiligte Unternehmen Effizienzvorteile im Ersatzteilmanagement generieren. Es ist jedoch ein zusätzlicher Abstimmungs- und Koordinationsaufwand von jedem Unternehmen zu tragen und etablierte Prozesse müssen angepasst werden. Um die laufenden und initialen Aufwände der Unternehmen möglichst

gering zu halten, müssen die Struktur und der Ablauf der Prozesse für alle Kooperationspartner nachvollziehbar und leicht verständlich sein. Dadurch wird auch sichergestellt, dass die Kooperation leicht zusätzliche Mitglieder gewinnen kann.

Transparenz

Vorhandene Prozesse und alle erhobenen Daten müssen transparent erfasst und jederzeit für alle Kooperationspartner einsehbar sein. Benötigte Daten werden nach dem Konzept der Datenvermeidung und -sparsamkeit auf ein Minimum reduziert. Für die Kooperation relevante Daten wie die Ersatzteilbestandshöhe und der Lagerort einzelner Ersatzteile können von allen beteiligten Unternehmen jederzeit eingesehen werden. Sensible und unternehmensspezifische Daten können durch benutzer- und unternehmensspezifische Zugriffsrechte nur von berechtigten Teilnehmerkreisen eingesehen werden. Allgemein steigert eine Transparenz der Kooperation das Vertrauen der Partner untereinander und ist maßgeblich für eine erfolgreiche und positiv orientierte Zusammenarbeit.

Effizienz

Eine effiziente Prozessgestaltung ist Voraussetzung, um kurze Ersatzteilbereitstellungszeiten im Bedarfsfall sicherzustellen und die Funktionsfähigkeit der technischen Einheiten mit geringem Aufwand zu gewährleisten. Absprachen müssen klar und eindeutig gestaltet und ein leichter Zugriff auf relevante Informationen möglich sein.

Branchenunabhängigkeit

Bezüglich der Branchenunabhängigkeit ist ein breites Anwendungsspektrum, beispielsweise in Produktions-, Dienstleistungs- und Handelsunternehmen anzustreben. Eine Beschränkung der Teilnahme auf ausgewählte Branchen ist nicht erforderlich, da mit zunehmender Kooperationsgröße der Mehrwert für alle Beteiligten steigt, sofern die kooperativ bevorrateten Ersatzteile die in Kapitel 3.4 definierten Eigenschaften umfassen.

3.6 Unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Strukturen

Zusätzlich zu den Anforderungen an die Kooperation konnten aus den gewonnenen Erkenntnissen Anforderungen an unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Strukturen abgeleitet werden. Diese umfassen die Integrierbarkeit und die Lagerlogistik und werden nachfolgend erläutert.

Integrierbarkeit

Es ist notwendig, die Abläufe, Steuerungslogiken und die Software in vorhandene Unternehmensstrukturen integrieren zu können. Dazu ist eine elektronische, softwarebasierte Datenverarbeitung und -pflege erforderlich. Bestände und erforderliche Informationen müssen elektronisch erfasst sein, um Bestell- und Buchungsvorgänge abwickeln zu können. Diese Anforderungen sind essentiell, da insbesondere im Ersatzteilmanagement Bestandsinformationen häufig manuell ohne IT-Unterstützung gepflegt und verwaltet werden. Für die unternehmensseitige Betreuung der Kooperation sollte ein Ansprechpartner im Ersatzteilmanagement verfügbar sein. Nicht alle Ersatzteile werden kooperativ bevorratet, dementsprechend ist der Ansprechpartner das verbindende Element zwischen dem internen Ersatzteilmanagement und dem kooperativen Bestandspooling.

Lagerlogistik

Es müssen sämtliche intralogistische Rahmenbedingungen der Lagerlogistik zur physischen Abwicklung des kooperativen Bestandspoolings gewährleistet werden, um die Ersatzteile verwalten und aufbewahren zu können. Dazu sind insbesondere die erforderliche Lagertechnik zur Einlagerung der Ersatzteile, die Gewährleistung des Warentransports im Unternehmen, die Qualitätskontrolle bei Wareneingang und -ausgang sowie das Verpacken der Ersatzteile vor dem Versand, ggfs. durch Einbindung eines Dienstleisters, erforderlich. Die Fähigkeit der Durchführung von Qualitätssicherungen ist erforderlich, damit für eventuell beschädigte Ersatzteile eindeutig identifiziert werden kann, in wessen Verantwortung die Beschädigung entstanden ist. Dafür benötigte Abläufe und Steuerungslogiken sind in Kapitel 5 detailliert beschrieben. Jedes Unternehmen muss die beschriebenen Anforderungen der Lagerlogistik erfüllen, damit einheitliche Qualitätsstandards innerhalb der Kooperation gewahrt werden.

3.7 Anforderungskatalog

Im Rahmen des ersten Arbeitspaketes wurde eine ausführliche Ist-Analyse durchgeführt und spezifische Anforderungen an die Kooperation, einzelne Unternehmen sowie Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile ermittelt. Die Ergebnisse sind zusammenfassend in einem Anforderungskatalog dargestellt (Tabelle 3-4).

Tabelle 3-4: Anforderungskatalog für ein kooperatives Ersatzteilpooling

Kategorie	Anforderung
Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile	Haupteigenschaften: <ul style="list-style-type: none">▪ hochpreisig▪ Bedarf schwierig prognostizierbar und sporadisch▪ mehrfachverwendet innerhalb des Poolings Weitere Eigenschaften: <ul style="list-style-type: none">▪ hohe Bevorratungskosten
Anforderungen an die Kooperation	<ul style="list-style-type: none">▪ Einfachheit▪ Transparenz▪ Effizienz▪ Branchenunabhängigkeit
Unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Strukturen	<ul style="list-style-type: none">▪ Integrierbarkeit▪ Lagerlogistik

4 Analyse der Pooling eignung von Ersatzteilen und Erarbeitung von Poolingkriterien

Verfasser: Markus Jung

Ziel von Arbeitspaket 2 ist die Klassifikation von Ersatzteilen hinsichtlich ihrer Pooling eignung. Die Klassifikation erfolgt aufgrund der Annahme, dass sich nicht alle benötigten Ersatzteile für eine kooperative Versorgung und Bevorratung eignen. Ein Bauteil mit hoher Ausfallwahrscheinlichkeit, das gleichzeitig die Funktion einer Intralogistikanlage gefährdet, würden Betreiber selbst bevorraten, um die Ausfallzeit der Intralogistikanlage zu minimieren. Im ersten Schritt werden in Arbeitspaket 2 Kriterien für eine Pooling eignung aufgestellt. Die Ersatzteildaten der Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses und die Charakteristika aus Arbeitspaket 1 bilden hierfür die Grundlage. Mithilfe der Kriterien erfolgt anschließend eine Klassifikation der Ersatzteile durch Data-Mining-Algorithmen, wie z. B. Clusteranalysen.

Die laut Antrag geforderten Ergebnisse wurden erreicht. Die erarbeiteten Ergebnisse beinhalten eine kooperationsrelevante Liste poolinggeeigneter Ersatzteile, die aufgrund ihrer Eigenschaften in Klassen eingeteilt werden.

Die folgenden Ergebnisse sind dementsprechend Gegenstand des zweiten Arbeitspakets und wurden erarbeitet:

- (1) Auflistung und Klassifikation poolinggeeigneter Ersatzteile hinsichtlich ihrer Eigenschaften (Kooperationsrelevanz)

4.1 Angewendete Methoden

Die Klassifikation von Ersatzteilen hinsichtlich ihrer Pooling eignung wird anhand von Data-Mining durchgeführt. Data-Mining sammelt, analysiert und sortiert Daten, um wichtige Informationen zu identifizieren [Agg-2015, S. 1]. Die Analyse von großen Datenbeständen kann für Unternehmen von höchster Bedeutung sein und rückt immer mehr in den Mittelpunkt der Unternehmenssteuerung.

Mithilfe von Data-Mining und statistischen Methoden können betriebswirtschaftliche Fragestellungen wie Kundenklassifikation, Prognose oder Segmentierung beantwortet werden [Cha-2006, S. 6]. Ansätze des Data-Mining bestehen seit den 1980er Jahren.

Deswegen wird Data-Mining als die fortschrittlichste Methode der Analyse von Daten anhand von Datenbanken bezeichnet [Qi-2018]. Einerseits ist es durch statistische Verfahren möglich, Datenexploration, -auswahl und -transformation durchzuführen, andererseits können Muster erkannt und validiert werden. Benötigte Methoden und Werkzeuge werden beispielsweise durch KNIME dargestellt. Hier können Daten gespeichert und analysiert werden und es können Muster identifiziert und validiert werden. Mit Data-Mining sind folgende Annahmen verbunden: Es ist eine große Datenmenge vorhanden, welche als repräsentativ für das betrachtete Interessengebiet angesehen werden kann. Außerdem werden die Daten auch zukünftig noch gültig sein, beziehen sich folglich nicht nur auf Vergangenheit oder Gegenwart. Zusätzlich besteht Interesse an den betrachteten Daten. Letztlich ist sicherzustellen, dass die zu untersuchenden Daten frei zugänglich sind [Cle-2016, S. 15ff].

4.1.1 Übersicht allgemein bekannter Data-Mining-Verfahren

Zur Analyse der Klassifikation von Ersatzteilen hinsichtlich der Pooling eignung können unterschiedliche Verfahren angewendet werden. Dazu zählen die Assoziationsanalyse, Klassifikationsanalyse, Cluster-Analyse, Text-Mining, Ausreißeranalyse und die Regressionsanalyse. Diese Methoden sollen im Folgenden näher erläutert werden.

Die Assoziationsanalyse dient der Erfassung von Zusammenhängen und Abhängigkeiten nach bestimmten Regeln innerhalb einer Datenbasis. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Warenkorbanalyse. Ausgangspunkt der Assoziationsanalyse ist eine Menge, in welcher Elemente enthalten sind. Eine Identifikation von Zusammenhängen zwischen Elementen innerhalb der Datenbasis kann anhand der Assoziationsregel „wenn Element(Menge) X, dann Element(Menge) Y“ ($X \rightarrow Y$) vorgenommen werden [Ban-2008, S. 261]. Sogenannte Assoziationsregelalgorithmen gewährleisten die effiziente Identifikation häufig vorkommender Elemente-Mengen, um im Anschluss daran Assoziationsregeln bezüglich der Items generieren zu können [Ban-2008, S. 263].

Die Methode des Text-Mining, d. h. die Analyse von halb- bzw. unstrukturierten Textdatenbeständen, bildet eine Unterkategorie des Data-Mining. Dieses hat sich bereits in vielen Gebieten der Wissenschaft etabliert, beispielsweise im eLearning, sozialen Netzwerken oder User Experience [Has-2015]. Datenquelle des Text-Mining sind unstrukturierte Dokumente. Ziel ist es, Muster und Inhalte nicht entlang formalisierter Daten, sondern in der unstrukturierten Sammlung von Textdateien zu identifizieren [Fel-2008, S. 88]. Zu Text-Mining Verfahren zählen die Klassifikationsanalyse sowie die Cluster-Analyse. Die häufigsten Muster im Text-Mining sind Verteilung bzw. Proportion, Häufigkeiten sowie Verbindungen zwischen den untersuchten Objekten [Fel-2008, S. 321].

Durch die Klassifikationsanalyse erfolgt eine Aufteilung der Grundgesamtheit in mehrere Teilsegmente. Anhand derer kann festgestellt werden, ob und welchen Einfluss die Prädiktoren auf die abhängige Variable haben [Büh-2008, S. 589]. In Hinblick auf wirtschaftliche Fragestellungen eignet sich die Klassifikationsanalyse insbesondere, da sie die Elemente einer Grundgesamtheit segmentieren sowie kategorisieren und in Teilpopulationen aufschlüsseln kann. Zusätzlich ist eine Prognose bezüglich der Gruppenzugehörigkeit von einzelnen Elementen möglich [Büh-2008, S. 481]. Zur Klassifikation werden beispielsweise Entscheidungsbäume eingesetzt. Die Grundgesamtheit wird in mehreren Schritten aufgeteilt, sodass sich am Ende homogene Teilgruppen ergeben [Cha-2006, S. 268]. Durch die bildliche Darstellung des Entscheidungsverfahrens bietet dieses Verfahren eine große Übersichtlichkeit bezüglich der Klassifikationsregeln, was sich gegenüber anderen Verfahren als Vorteil erweist [Cha-2006, S. 270]. An den Knoten werden bestimmte Attribute abgefragt, je nach Antwort wird die Wahl für das darauffolgende Attribut getroffen. Dieses Verfahren wird so oft wiederholt, bis die Klassifikation der Daten am „Blatt“ des Baumes erreicht wurde [Fel-2008, S. 73].

Im Vergleich zur Klassifikationsanalyse teilt die Cluster-Analyse ähnliche Daten in Gruppen ohne ein vorher festgelegtes Schema ein [Mei-2000], die Gruppen sind folglich das Ergebnis der Analyse. Cluster-Analysen dienen dazu, Daten mit gleichen Eigenschaften in Gruppen zu bündeln, um eine bessere Übersichtlichkeit zu erreichen. Um eine Cluster-Analyse durchzuführen sind drei Schritte notwendig. Im ersten Schritt muss festgelegt werden, welche Ähnlichkeiten innerhalb der Grundgesamtheit zwischen den Elementen bestehen und welche Anzahl verschiedener Gruppen benötigt wird. Anschließend wird das Clustering vorgenommen, d. h. die Elemente werden in sogenannte Cluster geteilt. Im dritten Schritt werden die Elemente näher identifiziert, um ihre Anordnung festzulegen. Dabei kann es zusätzlich notwendig sein, eine Diskriminanzanalyse durchzuführen. Ein Nachteil der Cluster-Analyse besteht insbesondere in ihrer Interpretation. Die Auswahl eines Ähnlichkeitsmaßes sowie die Bedeutung der Cluster müssen subjektiv durch den Anwender bestimmt werden [Cha-2006, S. 292]. Bei der Cluster-Analyse kann in zwei Varianten unterschieden werden: Erstens die Aufteilung der Elemente in unterschiedliche Gruppen (partitional/flat Clustering), zweitens die Aufteilung in miteinander verschachtelte Gruppen (hierarchical Clustering). Zusätzlich wird zwischen hard oder soft Clustering differenziert. Bei hard Clustering gehört jedes Objekt genau einem Cluster an, während sich die Mitgliedschaft bei soft Clustering fluktuierender gestaltet [Fel-2008, S. 85]. Vorteil der Cluster-Analyse ist einerseits die schnelle und einfache Benutzung, andererseits die intuitive Ergebnisdarstellung. Nachteile der Cluster-Analyse finden sich in der Auswahl, Definition und Abstraktion der Daten [Fel-2008, S. 84].

Text-Mining untergliedert sich in unterschiedliche Vorgehensweisen. Darunter fallen beispielsweise die Identifikation von Schlüsselwörtern, Abweichungen und Trends sowie Klassifikation und Clustering [Ber-2010, S. 5]. Die automatische Identifikation von Schlüsselwörtern (RAKE) erfolgt zeitnah, bereichs- und sprachunabhängig und ist aufgrund der höheren Präzision dem Text Ranking vorzuziehen. Es werden vergleichbare Scores der Schlüsselwörter gebildet, um eine neue Metrik zur Auswertung von Existenz, Exklusivität und Allgemeingültigkeit der Schlüsselwörter zu generieren [Ber-2010, S. 5]. Ziel ist die Generierung eines Systems, welches Schlüsselwörter automatisch identifizieren kann, wobei diese im besten Fall den Inhalt eines Textes zusammenfassend wiedergeben [Ber-2010, S. 171]. Die Text-Mining Methoden wie Klassifikation und Cluster-Analyse dienen der Aufteilung einer großen Datenmenge in Gruppen ähnlicher Eigenschaften. Dies führt zu einer besseren Überschaubarkeit der Daten und deren Merkmale [Agg-2015, S. 94f].

Ein weiteres Data-Mining Verfahren ist die Analyse von Ausreißern. Dabei steht die Identifikation bzw. Betrachtung von Extremfällen im Fokus. Diese Fälle unterscheiden sich deutlich von den übrigen und müssen aufgrund des Risikos, das Interpretationsergebnis zu verzerren, meist aus der Analyse ausgeschlossen werden. Es gibt allerdings auch Untersuchungen, bei welchen das Interesse explizit auf Ausreißer gelegt wird [Agg-2015, S. 63]. Ausreißeranalysen gehen meist nach einem standardisierten Muster vor. Nutzt man beispielsweise die Cluster-Analyse, werden Daten, welche sich keinem Cluster zuordnen lassen, als Ausreißer bezeichnet [Agg-2015, S. 282]. Wird ein Algorithmus zur Analyse von Ausreißern genutzt, resultieren meist zwei Arten von Ergebnissen: Einerseits kann ein Score generiert werden, welcher festlegt, ab wann bzw. mit welcher Wahrscheinlichkeit Daten als Ausreißer deklariert werden. Je höher der Score, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass die angegebene Datenmenge ein Ausreißer ist. Andererseits kann ein fester binärer Wert festgelegt werden, welcher definiert, ob ein Datenpunkt ein Ausreißer ist oder nicht. Darin sind weniger Informationen enthalten, weswegen die erste Form häufiger genutzt wird [Agg-2015, S. 259]. Bei der Wahl des geeigneten Modells zur Analyse von Ausreißern steht vor allem die Interpretationsmöglichkeit im Vordergrund. Ein häufig gewähltes Modell der Ausreißeranalyse ist die Extremwertanalyse eindimensionaler Daten [Agg-2015, S. 240].

Die Regressionsanalyse zählt zu den wichtigsten statistischen Verfahren, die am häufigsten angewandte Form ist die lineare Regression. Eine Regressionsanalyse wird verwendet, wenn ein potentieller Einfluss von Faktoren auf eine Variable identifiziert werden soll [Kuß-2014, S. 259]. Anhand einer Regression können sowohl Schätzungen als auch Prognosen vorgenommen werden. Die Übertragung definierter Wertepaare (X, Y) in eine Funktion $f(x)$ ist umso genauer, je geringer die Abweichung der gegebenen Werte Y vom Funktionswert $f(x)$ ist. Bei der Regressionsanalyse werden

die unterschiedlichen Werte einer abhängigen Variablen ($f(x)$) auf andere (unabhängige) Variablen (X, Y) zurückgeführt. In dieser Beziehung wird die abhängige Variable durch die unabhängigen Variablen erklärt [Kuß-2014, S. 183].

Bei der linearen Regression ändert sich eine Variable in linearer Weise mit der Variablen X . Ziel der Analyse ist sowohl die Ermittlung eines linearen Zusammenhangs beider Variablen, als auch die Erstellung einer Regressionsgeraden [Urb-2018, S. 35]. Neben dem einfachen linearen Regressionsmodell besteht auch im Rahmen einer multiplen linearen Regression die Möglichkeit, mehrere unabhängige Variablen in die Analyse aufzunehmen.

Die Steigung der Geraden wird durch den Koeffizienten b ausgedrückt und beschreibt den durchschnittlichen Zuwachs von Y je Einheit von X . Zur Bestimmung der Regressionskoeffizienten wird die Methode der kleinsten Quadrate herangezogen (KQ-Methode). Ziel ist die Minimierung der Abweichungen der y -Beobachtungen von einer beliebigen Geraden. Dafür werden die Abweichungen quadriert und aufsummiert, um im Anschluss die Werte für die gesuchten Koeffizienten so zu bestimmen, dass die Summe minimal wird [Urb-2018, S. 12ff]. Dies wird folgendermaßen ausgedrückt:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - (a - bx_i))^2 \quad (4-1)$$

Durch die Minimierung der Abweichungen ist es anschließend möglich, Schätzwerte für die gesuchten Koeffizienten abzuleiten. Als Gütemaß des Modells kann der R^2 Koeffizient herangezogen werden. Dieser kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, je näher der Wert bei 1 liegt, desto stärker der Zusammenhang [Urb-2018, S. 133f]. R^2 ist in der folgenden Formel als das Quadrat des Bravais-Pearson Korrelationskoeffizienten definiert:

$$R^2 = \frac{s_{xy}^2}{s_x^2 * s_y^2} = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i * y_i - n * \bar{x} * \bar{y})^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}\right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}\right)} \quad (4-2)$$

Im Anschluss an eine lineare Regression kann anhand des geschätzten Modells eine Prognose durch Extrapolation weiterer Daten vorgenommen werden [Urb-2018, S. 53ff]. Die Werte von X und Y werden für einen späteren Zeitpunkt geschätzt, diese Prognose hat eine Streuung bzw. Abweichung vom Erwartungswert, die Varianz. Diese wird durch folgende Formel beschrieben:

$$\text{Var}(\hat{Y}_{n+1} - Y_{n+1}) = \sigma^2 \cdot \left[1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{nS_x^2} (x_{n+1} - \bar{x})^2 \right] \quad (4-3)$$

Um Ersatzteile hinsichtlich ihrer Poolingegnung zu klassifizieren, eignen sich die vorgestellten Verfahren des Data-Mining. Mithilfe der Methoden können Daten gesammelt, analysiert und sortiert sowie wichtige Informationen identifiziert werden. Eine Klassifizierung ist notwendig, da davon ausgegangen wird, dass sich nicht alle benötigten Ersatzteile für eine kooperative Versorgung und Bevorratung eignen. Zur Analyse der Daten wurde die Analytics-Plattform KNIME verwendet. Die Funktionalitäten von KNIME werden im Folgenden näher erläutert.

4.1.2 Analytics-Plattform KNIME

KNIME – der „Konstanz Information Miner“ stellt Unternehmen eine Umgebung bereit, in welcher Daten ausgetauscht und Analysen durchgeführt werden können. Die Analytics-Plattform KNIME ist führend in der interaktiven Datenanalyse. Die freie Software dient der Identifikation potentieller Möglichkeiten innerhalb eines Datenbestandes sowie neuen Erkenntnissen und zukünftigen Planungen. Unternehmen jeder Größe wird eine interaktive Datenanalyse sowie web-basierte Berichterstattung ermöglicht. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Datentransformation und -manipulation, Data-Mining, Machine-Learning sowie unterschiedlichen Visualisierungsformen [Pre-2008, S. 312]. Neben der Festlegung von Zugriffskompetenzen besteht zudem die Möglichkeit, wichtige Daten auf einen externen high-performance Computer zu laden. Zusätzlich können Daten veröffentlicht und auf Industrie-Standard auch von ungeschulten Mitarbeitern veröffentlicht werden [KNI-2018]. Vorteile finden sich vor allem in der einfachen Etablierung sowie intuitiven Anwendung des Programms. Die KNIME Plattform zeichnet sich durch ihre Vielzahl an Modulen, Beispielen und integrierten Werkzeugen aus, welche es durch eine große Auswahl von Algorithmen ermöglichen, dem Data Scientist ein optimales Arbeitsumfeld zu bieten. Beispielsweise werden predictive und machine learning Algorithmen wie H2O oder Scikit-Learn bereitgestellt [KNI-2018]. Der Open-Source Zugang ermöglicht Data-Scientists weltweit eine Vernetzung ihrer Expertise. Es können umfassende Analysen durchgeführt werden und durch die Kombination von Daten und unterschiedlichen Werkzeugen kann Know-how wiederverwendet, grafisch dargestellt sowie untereinander geteilt werden. KNIME kann mit allen gängigen Datenformaten und -banken verbunden werden und bietet somit ein breites Anwendungsspektrum [KNI-2018]. Zu Beginn werden die Daten eingelesen, um sie im Anschluss daran zu transformieren. Im Zuge der Transformation werden die untersuchten Daten gefiltert bzw. aufgeteilt. Darauf folgen Analyse und Data-Mining. Unter Anwendung einer Entscheidungsbaum-Analyse werden wichtige Informationen gefiltert sowie die Modellgüte festgelegt. Im Anschluss daran erfolgt die Visualisierung der

Ergebnisse durch Tabellen bzw. Diagramme. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, diese für einen späteren Verwendungszeitpunkt zu speichern und anschließend wiederzuverwenden [KNI-2018]. Durch End-to-End Analytics kann der Workflow optimal analysiert werden. In Abbildung 4-1 ist einer der erstellten KNIME-Workflows mit den unterschiedlichen Knoten dargestellt. Diese dienen der Datenübertragung, -bereinigung, -auswertung und -darstellung. Die Knoten im Workflow führen z. B. folgende Operationen aus:

- Gruppierung der Ersatzzeile zu Gruppen derselben Art.
- Ermittlung des Flusses, also der Anzahl ein- und ausgehender Teile.
- Ermittlung des relativen Flusses, also der Geschwindigkeit ein- und ausgehender Teile.
- Ermittlung der Verfügbarkeit.
- Ermittlung der Standardisierung innerhalb der Gruppen.

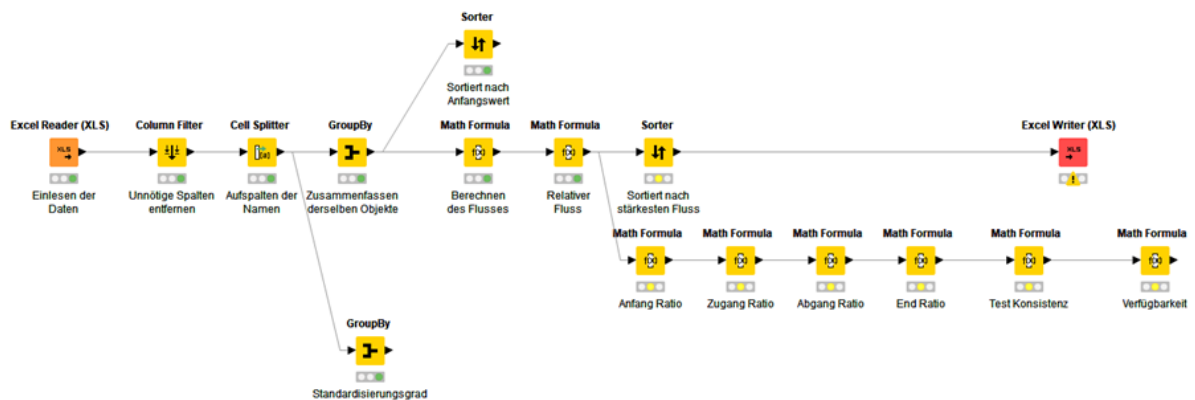


Abbildung 4-1: Darstellung eines der verwendeten KNIME-Workflows

Die Zusammenführung von Ersatzteilen derselben Art erfordert beispielsweise folgende Knoten (Abbildung 4-2):

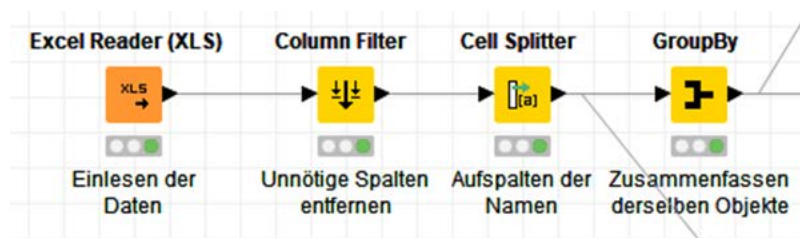


Abbildung 4-2: Workflow zur Zusammenfassung gleicher Objekte

4.2 Klassifikation von Ersatzteilen hinsichtlich ihrer Poolingegnung

Im Rahmen von Arbeitspaket 2 wurden zur Klassifikation von Ersatzteilen hinsichtlich ihrer Poolingegnung sowohl Data-Mining Methoden als auch qualitative Interviews genutzt, um im Anschluss eine Liste poolinggeeigneter Ersatzteile zu generieren. Abbildung 4-3 zeigt hierfür verschiedene Arten der Analyse. Im Folgenden werden die für das Ersatzteilmanagement als relevant identifizierten Verfahren (Kapitel 3.3) auf die zur Verfügung stehenden Daten angewendet. Die Datengrundlage sind die Ersatzteilbestände aus Lagern des projektbegleitenden Ausschusses. Dabei ist außerdem erfasst, wie sich diese über die Zeit verändert haben, was ebenfalls in den Analysen berücksichtigt wird.

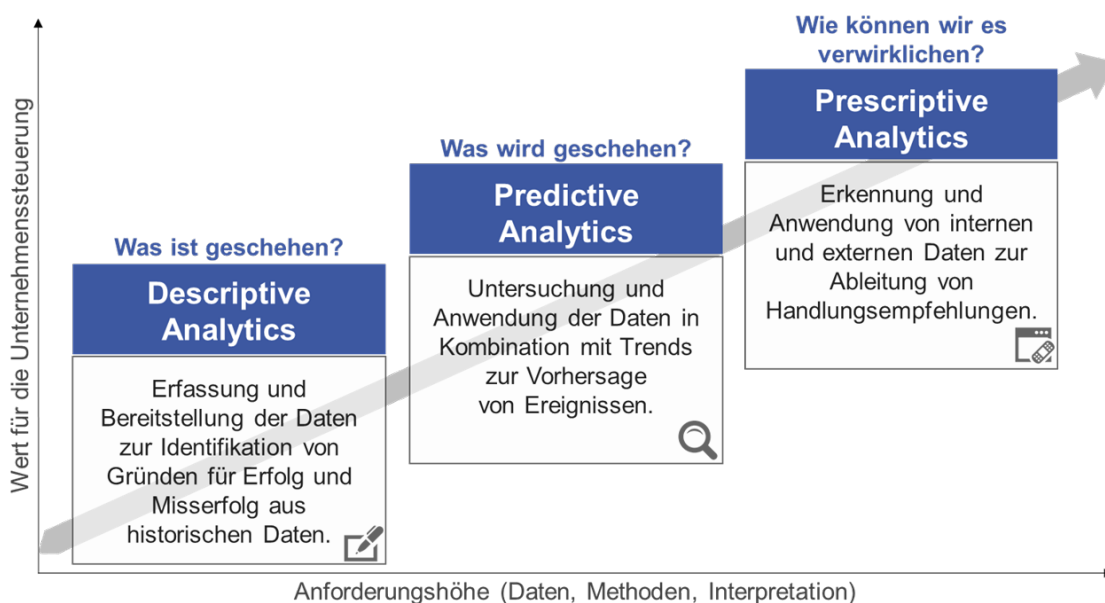


Abbildung 4-3: Arten der Business Analytics-Methoden [Sei-2017a]

Die erste Stufe „Descriptive Analytics“ ermöglicht die Betrachtung des Ist-Zustands anhand der Analyse historischer Daten, beispielsweise Mithilfe deskriptiver Statistik, Assoziations- und Clusteranalyse. Die zweite Stufe „Predictive Analytics“ dient der Prognose über die Wahrscheinlichkeit von zukünftigen Ereignissen z. B. mittels Regressions- und Klassifikationsanalysen. In der letzten Stufe „Prescriptive Analytics“ können auf Basis von Simulationen und Optimierungsmodellen Lösungsvorschläge und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

ABC-Analyse

Entsprechend der Definition einer ABC-Analyse in Kapitel 3.3.2 wurde diese in KNIME durchgeführt. Das Ergebnis ist in hierzu Abbildung 4-4 dargestellt.

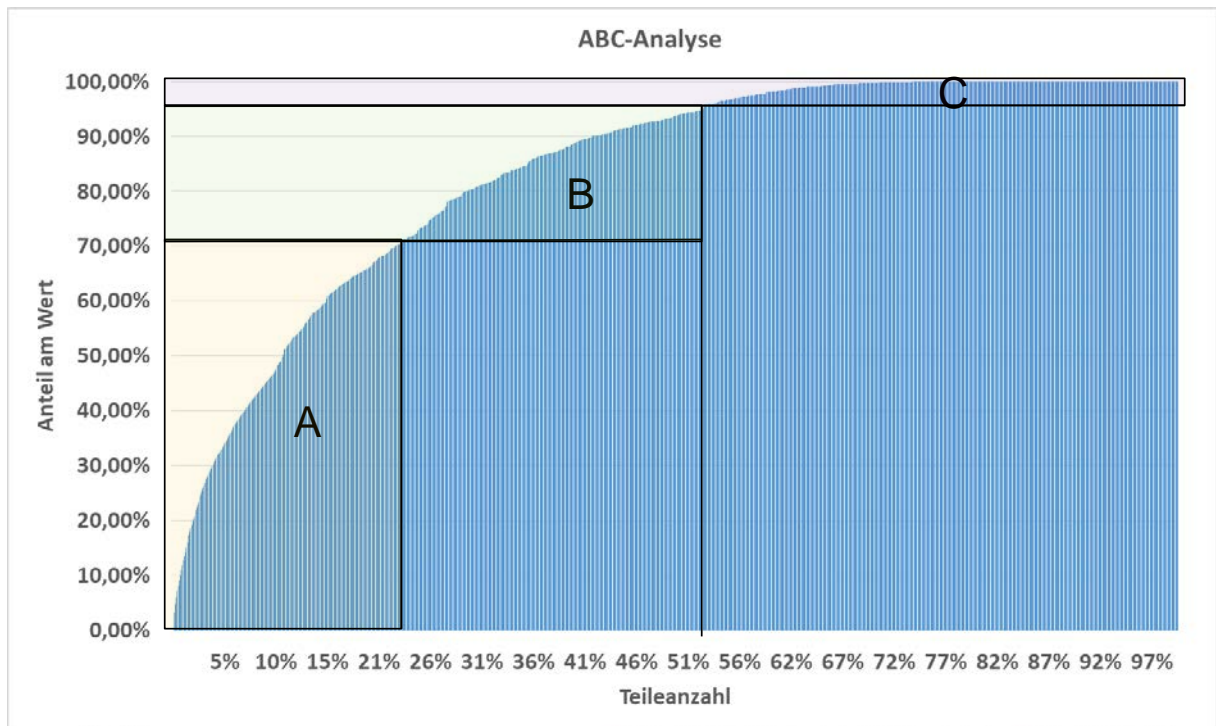


Abbildung 4-4: ABC-Analyse Data-Mining

Im Rahmen der Analyse konnten folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- A-Teile: 215 (70 % Wert bei 22 % Teileanzahl)
- B-Teile: 298 (15 % Wert bei 31 % Teilezahl)
- C-Teile: 462 (5 % Wert bei 47 % Teilezahl)

Dies bedeutet für die Anwendung in ETKoop, dass sich vor allem A-Teile für ein Pooling eignen. Da ein hoher Verbrauchswert relativ gesehen viel Kapital bindet, sollte dieser reduziert werden. Im Rahmen des Projekts wird die ABC-Analyse mit der XYZ-Analyse kombiniert.

Vorhersagegenauigkeit: XYZ-Analyse

Die Vorhersagegenauigkeit beschreibt die Dynamik des Bedarfs, d. h. die Regelmäßigkeit der Bedarfshöhe innerhalb eines geeigneten Bezugszeitraumes der Vergangenheit. Gemessen werden kann die Bedarfsrate über die Kontinuität der Lagerabgangsmengen. Die Lagerabgangsmengen können in den Ausprägungen regelmäßig, unregelmäßig oder sporadisch erfolgen. Entsprechend der qualitativen Interviews sind insbesondere Z-Teile relevant. Zudem werden auch X-Teile analysiert, da hier ein geringes Risiko für den Pool und gleichzeitig hohe Einsparungen bestehen.

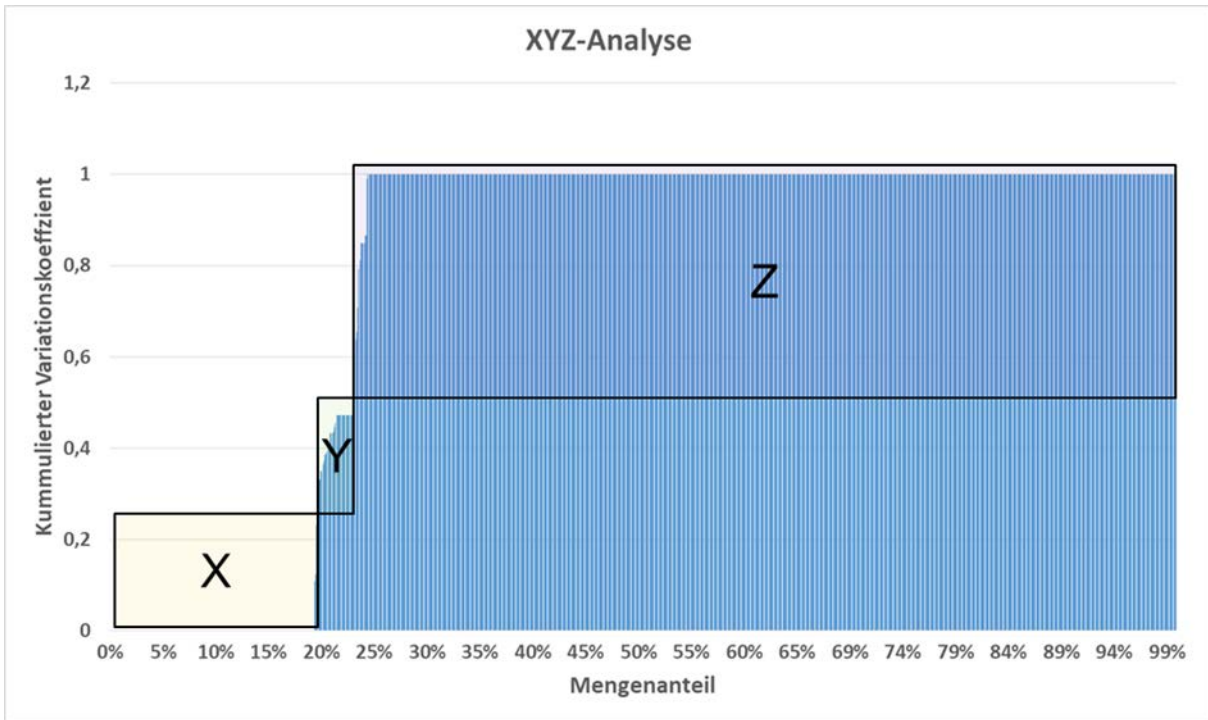


Abbildung 4-5: XYZ-Analyse mit allen Teilen

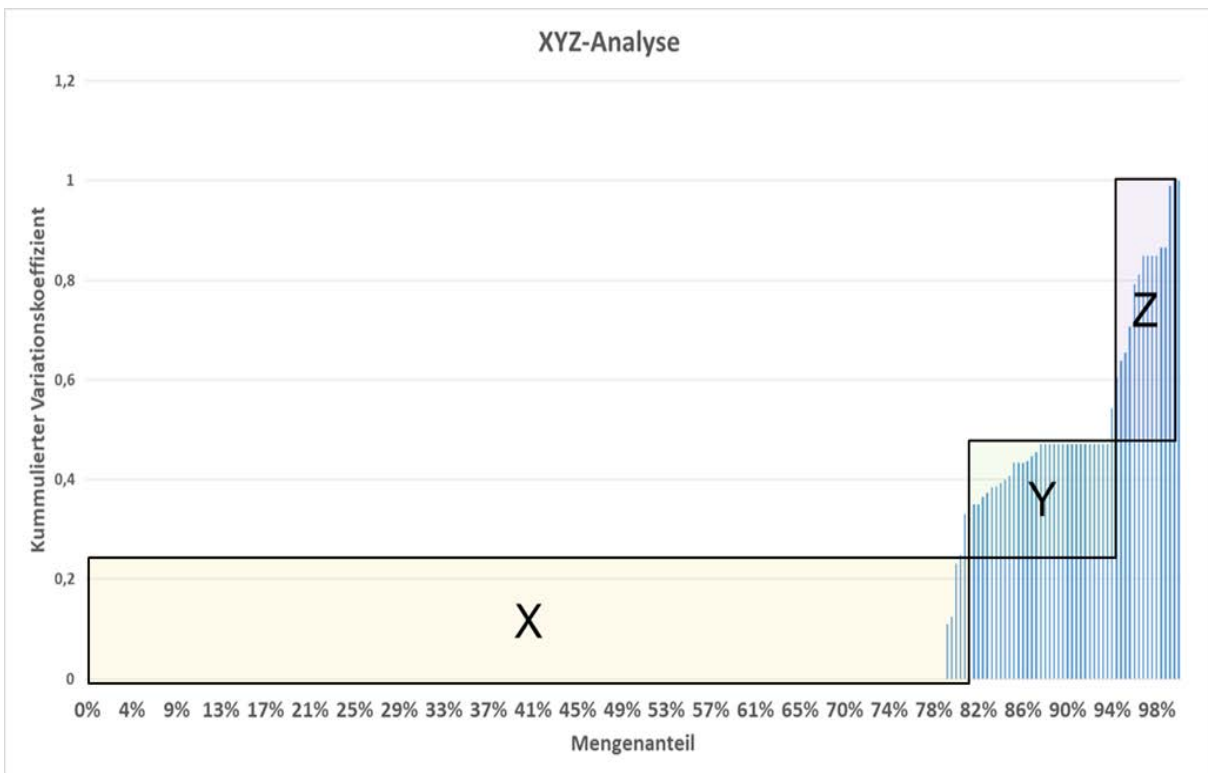


Abbildung 4-6: XYZ-Analyse bei reduziertem Datensatz

Im Zuge der XYZ-Analyse wurden Datensätze über zwei Jahre hinweg betrachtet und differenzierte Analysen durchgeführt. Dabei gibt es grundsätzlich folgende zwei Vorgehensweisen: Die Durchführung einer XYZ-Analyse mit allen vorhandenen Teilen

(Abbildung 4-5) oder alternativ dazu mit einem reduzierten Datensatz (Abbildung 4-6). Dieser exkludiert die Teile, welche keine Bewegung im Betrachtungszeitraum aufgewiesen haben. Beide Methoden weisen in diesem Zusammenhang sowohl Vor- als auch Nachteile auf.

Durch die XYZ-Analyse konnte festgestellt werden, dass 20 % aller Teile zu den X-Teilen, 3 % zu den Y-Teilen und 77 % zu den Z-Teilen gehören (Abbildung 4-5). Relevante Bauteile sind beispielsweise Ablassventil, Achsen oder Blechmutter.

Die Herangehensweise und Limitationen der XYZ-Analyse sind in Abbildung 4-7 dargestellt.

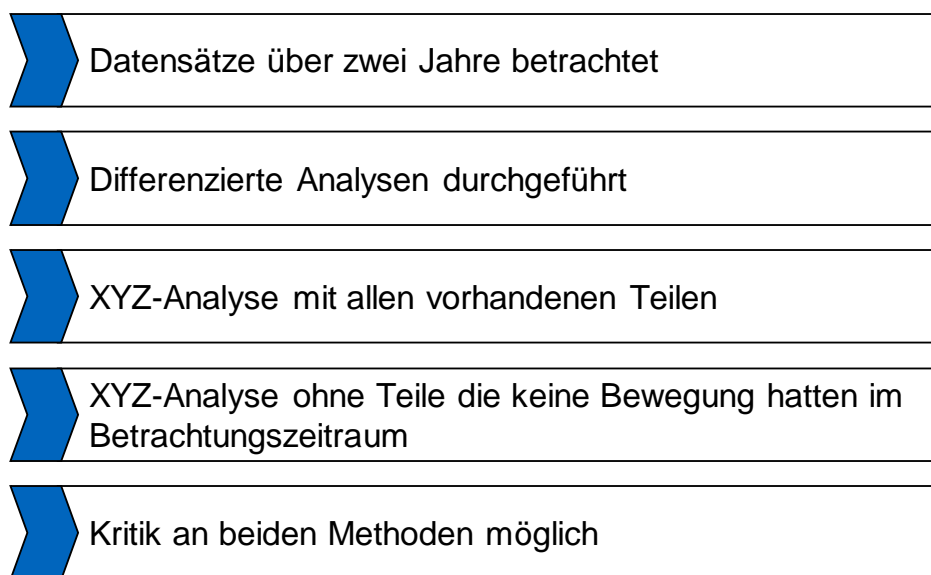


Abbildung 4-7: Herangehensweise und Limitationen der XYZ-Analyse

Die XYZ-Analyse wurde anhand einer Cluster Analyse validiert.

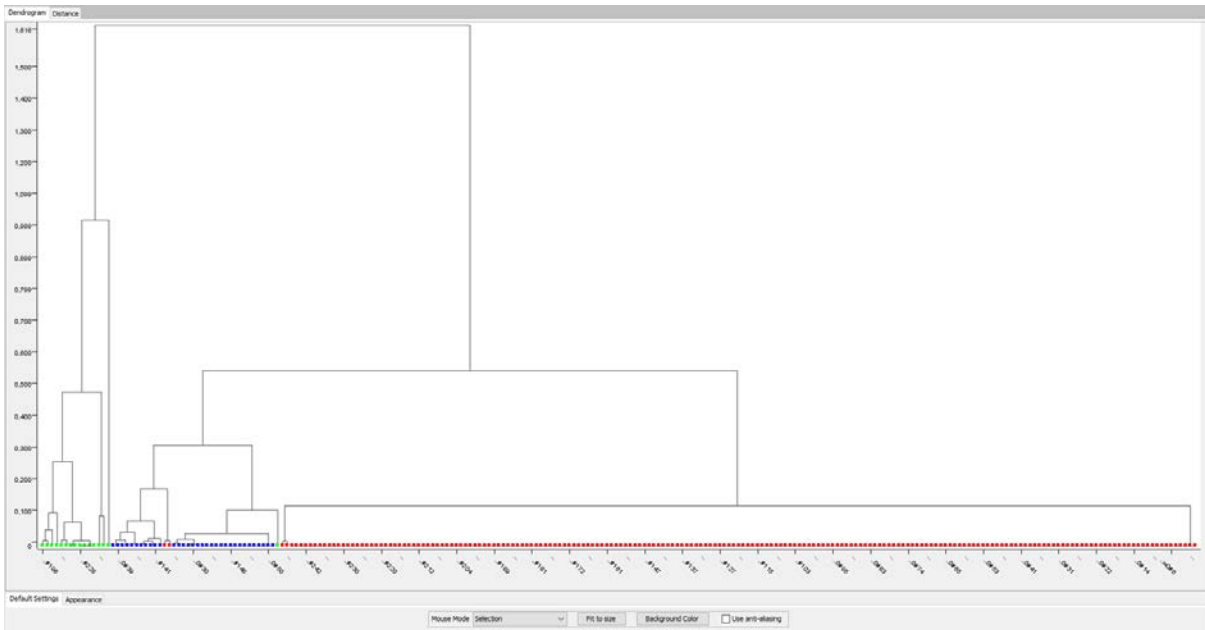


Abbildung 4-8: Cluster-Analyse als Validierung der XYZ-Analyse

Lagerhaltungskosten

Die Lagerhaltungskosten beschreiben entsprechend der Definition in Kapitel 3.3.2 den zusätzlichen Aufwand der Lagerhaltung und die anteiligen Flächenkosten bei der Lagerhaltung. Die Lagerhaltungskosten wurden in die Ausprägungen sehr hoch, hoch, mittel, gering und sehr gering unterteilt. Lagerkosten werden über die Anzahl der bevorrateten Teile eines Ersatzteils gebildet. Im Rahmen des Projekts wurden insbesondere Produkte mit hohen bzw. sehr hohen Lagerkosten identifiziert. Anhand der Analyse konnte festgestellt werden, dass nur 12 % der Bauteile hohe bis sehr hohe Lagerkosten verursachen (Tabelle 4-1). Da die Analysen den Ersatzteilpreis und die -anzahl berücksichtigen, gibt es teilweise große Diskrepanzen.

Tabelle 4-1: Lagerhaltungskosten

Kategorie	Sehr gering	gering	mittel	hoch	Sehr hoch
Grenzen in EUR	<1	1-10	10-100	100-500	>500
Anteil in %	9	27	52	12	0
Beispiele	Schraube	Passfeder	Spannsatz	Umlenkrolle	Motor
	Mutter	Buchse	Kettenrand	Kurbelwelle	Kupplung
	O-Ring	Bolzen	Ablassventil	Motor	Grenzwertschalter

Ersatzteilpreis

Relevant sind zunächst hohe und sehr hohe Ersatzteilpreise. Hohe Ersatzteilpreise binden viel Kapital. Die Ersatzteilpreise werden mit den Lagerhaltungskosten kombiniert. Anhand der Analyse konnte festgestellt werden, dass sich 43 % der Ersatzteile in einem hohen und sehr hohen Preissegment befinden, dies lässt auf eine große Anzahl poolinggeeigneter Ersatzteile schließen (Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Ersatzteilpreis

Kategorie	Sehr gering	gering	mittel	hoch	Sehr hoch
Grenzen in EUR	<1	1-10	10-100	100-500	>500
Anteil in %	4	15	38	30	13
Beispiele	Schraube	Passfeder	Spannsatz	Umlenkrolle	Motor
	Mutter	Buchse	Kettenrand	Kurbelwelle	Kupplung
	O-Ring	Bolzen	Ablassventil	Motor	Grenzwertschalter

Mehrfachverwendung innerhalb des Poolings und Standardisierung

Standardisierung bedeutet eine Vereinheitlichung von Maßen, Typen, Verfahrensweisen, Strukturen oder anderem und ermöglicht eine Mehrfachverwendung. Für das Pooling werden zwei Arten unterschieden. Einerseits stark standardisierte Aggregate, womit sich mit wenigen Reservegeräten eine große Anzahl von eingebauten Geräten absichern ließe. Andererseits Aggregate, welche sich in stark standardisierte Komponenten zerlegen lassen. Hier können ebenfalls wenige Komponenten eine große Anzahl an Anlagen absichern.

Bezüglich der Anwendung im Projekt konnte identifiziert werden, dass insbesondere stark standardisierte Produkte optimal für ein Ersatzteilingpooling sind. Zudem können die Bestände über alle Poolingpartner gesenkt werden. Da sich die Standardisierung jedoch nicht aus der Datenbasis und über Data-Mining ableiten lässt, wird eine Produktvielfalt eingeführt.

Produktvielfalt als Alternative zur Standardisierung

Die Daten lassen sich zu 450 übergeordneten Gruppen zusammenfassen. Die relative Produktvielfalt beschreibt die Zusammenfassung in Gruppen in Relation zur Anzahl der Teile innerhalb der Zusammenfassung (Tabelle 4-3). Beispielsweise werden Getriebemotoren bzw. Motoren bislang als stark poolinggeeignet beschrieben, zudem unterliegen sie Standardisierungsnormen (IEC, DIN, VDE). Mit 90 unterschiedlichen Produkten haben sie die höchste Vielfalt, fraglich ist dabei, ob sie dennoch poolinggeeignet sind.

Tabelle 4-3: Ermittlung der relativen Produktvielfalt

Bauteil	Produktvielfalt	Anzahl Teile	Relative Produktvielfalt
Motoren	90	101	0,89
Kettenrad	27	66	0,40
Bolzen	24	97	0,24
Buchse	19	124	0,15
Stromabnehmer	13	172	0,07
Achse	13	41	0,31

Tabelle 4-4 gibt eine Übersicht über verschiedene Arten von Elektromotoren, deren Anwendungsgebiete sowie Vor- und Nachteile.

Tabelle 4-4: Übersicht Elektromotoren

Motorart	Anwendungsgebiet	Vorteile	Nachteile
Universalmotor	Hauptsächlich in Elektrowerkzeugen wie Bohrmaschinen, Kreissägen u. a. bis 3000 W	Preiswert, gute Drehzahlregelbarkeit	Hohes Geräuschniveau, stör anfällig, verschleiß anfällig, kein Dauerbetrieb
Gleichstrommotor	Elektrowerkzeuge, Förderfahrzeuge, Extruder, Textilmaschinen, bis einige 10 MW	Hohe Leistungsdichte, hohe Drehzahlen	Hoher Wartungsaufwand, stör anfällig, hohe Herstellungskosten, geringer Standardisierungsgrad
Einphasen-Wechselstrommotor	Handwerkliche Elektrowerkzeuge, Kompressoren Hochdruckreiniger, Ventilatoren, bis 3000 W	Preiswert, hohe Lebensdauer, robust	Geringes Anzugsmoment, schlechte Drehzahlregelbarkeit, begrenztes Leistungsvermögen
Drehstrommotor als Asynchronmotor	Standardindustrieantrieb in nahezu allen industriellen Branchen, Antriebe wie Kompressoren, Pumpen, Ventilatoren, Gebläse, Förder-technik, Verdichter bis mehrere 100 MW	Preiswert, hohe Spannungstoleranz, nahezu wartungsfrei, hohe Lebensdauer, hohe Drehzahlen, hohe Überlastfähigkeit, robust, leise, universell einsetzbar	Relativ großes Bauvolumen
Synchronmotor (permanent erregt oder Reluktanzmotor)	Werkzeugmaschinen, Robotertechnik, generell bei hoher Dynamik	Hohe Leistungsdichte, hohe Dynamik, hohe Überlastfähigkeit, relativ geringes Gewicht zur Leistung	Hohe Anschaffungskosten, hoher Steuerungsaufwand, Frequenzrichter wird benötigt, hoher Wartungsaufwand

Standardisierung vs. Produktvielfalt – Beispiel Elektromotoren

Elektromotoren sind das Rückgrat der Stetigförderer in der Intralogistik. Motoren sind kostenintensiv und werden der Klasse der A-Teile zugeordnet. Trotz ihrer starken Standardisierung verfügen Elektromotoren über eine große Vielfalt von Kombinationsmöglichkeiten. Innerhalb der Elektromotoren wird durch die Datenanalyse insbesondere bei Getriebemotoren eine große Varianz deutlich. Laut eines SEW-Interviews existieren bei großen Unternehmen große, endproduktunspezifische Lager von Motoren. Fraglich dabei ist, ob der Intralogistikpool dies auch leisten kann und wie Elektromotoren effektiv für Pooling genutzt werden können. Dabei muss festgelegt werden, welche Motoren relevant sind und wie diese sinnvoll erfasst werden können.

Als zusätzliches Kriterium können Langsamdreher betrachtet werden. Langsamdreher sind im Allgemeinen poolingrelevant. Tabelle 4-5 zeigt den Anteil der Ersatzteile, welcher innerhalb von einem bzw. zwei Jahren nicht, einmal oder zweimal bewegt wurde. Anhand dessen wird deutlich, dass innerhalb eines Jahres lediglich 3 % der Ersatzteile zweimal gebraucht werden. Auch innerhalb von zwei Jahren sind es nur 7 % der Ersatzteile, welche zweimal benötigt werden. Anhand dieser Werte lässt sich großes Potential zur Einsparung von Lagerkosten ableiten. Über die Zeit betrachtet wird deutlich, dass die Anzahl der Langsamdreher stark vom betrachteten Zeithorizont abhängt. Geht man davon aus, dass nach 15 Jahren noch 2 % der Teile unbewegt sind; ist es nach 20 Jahren noch 1 % der Teile (Abbildung 4-9). Zur Grundlage für weitere Berechnungen kann die Formel $y = 1,2896x^{-1,563}$ genutzt werden. Fraglich dabei ist jedoch, wann die Verschrottung des Teils eintritt.

Tabelle 4-5: Bewegung der Langsamdreher im Zeithorizont

Zeithorizont	L0 Nicht bewegt	L1 Einmal bewegt	L2 Zweimal bewegt
Ein Jahr	87 %	8 %	3 %
Zwei Jahre	72 %	10 %	7 %
Entwicklung	82 %	132 %	197 %

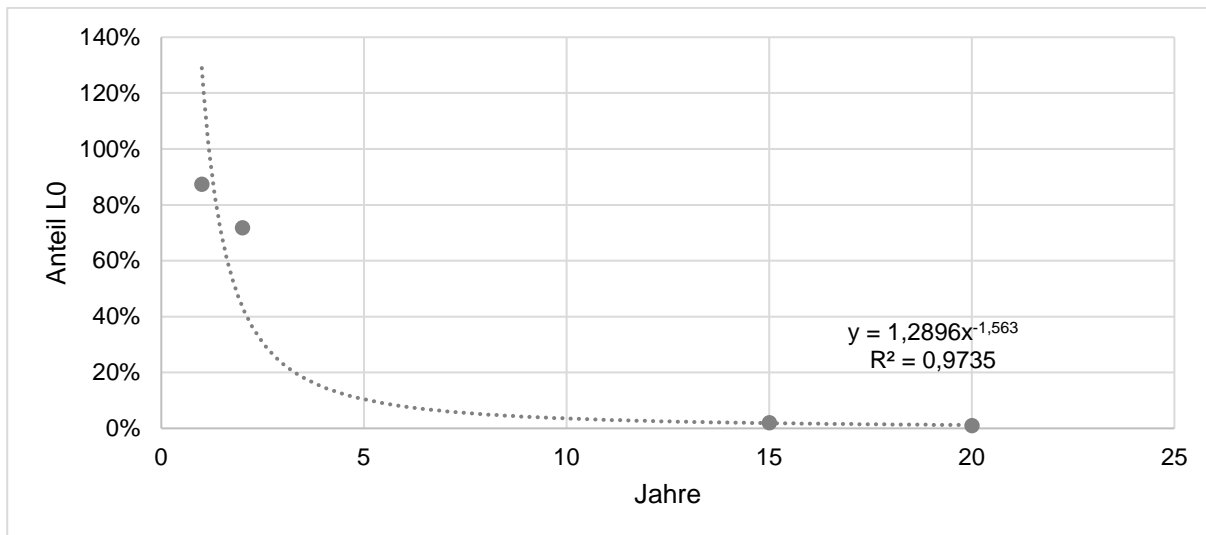
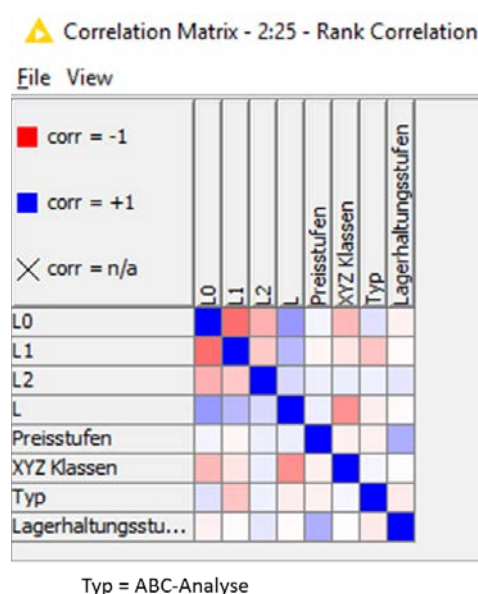


Abbildung 4-9: Entwicklung der Langsamdreher L0 über die Zeit

Kombination von Kriterien

Um neue Erkenntnisse zur Interpretation zu liefern, unsystematische Fehler in der Auswahl zu eliminieren sowie die Validität zu erhöhen und die Auswahl auf relevante Ersatzteile einzugrenzen, werden die Ergebnisse der Ersatzteilklassen kombiniert.

Durch eine Korrelationsanalyse können die Kriterien überprüft werden. Demnach korrelieren L0, L1, L2 und L wie erwartet miteinander. Nach 20 Jahren ist noch 1 % der Teile unbewegt. ABC-Analyse, Preisstufen und Lagerhaltungsstufen korrelieren dagegen wenig, zudem existieren kaum weitere Korrelationen. Abbildung 4-10 zeigt die Überprüfung der Korrelationen durch die Korrelationsanalyse. Blau bedeutet eine positive Korrelation, rot eine negative und weiß keine Korrelation.



Typ = ABC-Analyse

Abbildung 4-10: Korrelationsmatrix

Kombination Ersatzteilpreise und Lagerkosten

Sehr geringe Ersatzteilpreise bei mittleren Lagerkosten deuten darauf hin, dass der Bestand überproportional hoch ist und sich Potentiale zur Bestandssenkung unmittelbar ergeben. Aufgrund dessen ist eine Kombination von Ersatzteilpreis und Lagerkosten von Vorteil. Dabei wurde ein zweistufiges Vorgehen gewählt, jedoch ergeben sich trotz einer Erweiterung um „gering“ lediglich zehn Bauteile in der Zusammensetzung. Da kaum Wiederholungen entstehen, wird die Zusammensetzung als nicht signifikant verworfen.

Kombination ABC- und XYZ-Analyse

Wendet man eine Kombination von ABC- und XYZ-Analyse an, liegt das gegebene Potential bei 16 %, das mögliche Potential liegt allerdings bei 71 %. Zu AZ-Teilen zählen beispielsweise Motoren, Fliehkraftregler oder Zahnriemen. CZ-Teile sind beispielsweise Schalter, Taster, Kugellager oder Druckfedern. AZ-Teile sind Ersatzteile, die herkömmlich als bedarfsgesteuert eingestuft werden.

Tabelle 4-6: Kombination ABC und XYZ-Analyse

Kategorie	A	B	C
X	5 %	7 %	8 %
Y	0 %	2 %	1 %
Z	16 %	22 %	38 %

4.3 Ergebnisse der Analyse der Poolingegnung

Im Projekt konnte festgestellt werden, welche Daten zur Analyse poolinggeeigneter Ersatzteile nötig sind und ob diese zur Verfügung stehen. Bezüglich der Prognostizierbarkeit, Langsamdreher und Höherwertigkeit ergeben sich aus einer Gesamtmenge von 981 Ersatzteilen 221 poolinggeeignete Ersatzteile, welche diese Kriterien erfüllen, was **55 % des Gesamtwerts** der Ersatzteile entspricht. 221 poolinggeeignete Ersatzteile übersteigen zwar die Anzahl der A-Teile, würde jedoch eine Eingrenzung auf diese erfolgen, wären die Ergebnisse nicht aussagekräftig. Die Datenbasis sind weiterhin die vom projektbegleitenden Ausschuss zur Verfügung gestellten Ersatzteillisten der Lager.

5 Prozesse zur Steuerung des Ersatzteilpoolings

Verfasser: Yannic Hafner

Zur Steuerung des Ersatzteilpoolings in der Intralogistik sind Prozesse erforderlich. Diese definieren alle notwendigen Abläufe. Dazu zählen beispielsweise Prozesse zur Bestellung der Ersatzteile über die Kooperationsplattform und die Verteilung der Ersatzteile auf die Kooperationspartner. Für die identifizierten Prozesse werden notwendige Verantwortlichkeiten festgelegt und Entscheidungsregeln für Sonderfälle erarbeitet.

Die folgenden Ergebnisse sind somit Gegenstand des aktuellen Kapitels und wurden erarbeitet:

- (1) Erarbeitung von Prozessen und Steuerungslogiken
- (2) Entscheidungsregeln für Sonderfälle
- (3) Prozessmodellierung
- (4) Definition von Verantwortlichkeiten


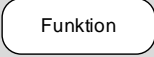
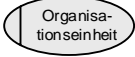
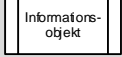

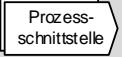


5.1 Angewendete Methoden

Um die angestrebten Ziele zu erreichen, kamen diverse Methoden wie Prozessmodellierung mittels bekannter Notationen z. B. ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) oder Unified Modeling Language (UML) sowie Kreativitätstechniken zum Einsatz, welche im Folgenden näher erläutert werden.

Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)

Ereignisgesteuerte Prozessketten sind ein gängiges Mittel zur Dokumentation von Prozessen. Die Notation wurde von SCHEER definiert [Bau-2001, S. 5]. Nachfolgend sind in Tabelle 5-1 gängige Elemente zur Modellierung von EPK erläutert.

Tabelle 5-1: EPK-Modellierung [Sch-1995, S. 11; Bau-2001, S. 6f]





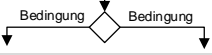

EPK-Element	Beschreibung
	Eintreten eines Ereignisses, das eine Handlung auslöst
	Definition der Abläufe
	Verantwortlich für Funktionsausführung
	Informationen als In- oder Output von Funktionen
	Beteiligung des IT-Systems
	Verknüpfung zu weiteren Prozessen
	Exklusive-Oder-Verknüpfung
	Kontrollfluss zwischen den Elementen

Jede EPK beginnt mit einem einleitenden Starterereignis, an welches die weiteren Prozessschritte (Funktionen) und Ereignisse anknüpfen. Jeder Funktion muss dabei eine Organisationseinheit zugeordnet werden. So ist sichergestellt, dass für jeden Prozessschritt notwendige Verantwortlichkeiten klar definiert sind. Im Kontext des vorliegenden Projekts ist die Kooperationsplattform das zentrale Element zur Steuerung. Geeignete Prozessschritte und Entscheidungslogiken sollen möglichst automatisiert durch die Kooperationsplattform ohne zusätzlichen manuellen Eingriff ausgeführt werden. Für die nachfolgende EPK-Modellierung wird daher die Kooperationsplattform als zusätzliches EPK-Element aufgeführt.

Unified Modeling Language (UML)

Die Unified Modeling Language (UML) ist eine Modellierungssprache in der Software-Entwicklung, die sich für alle erforderlichen Bereiche von der Anforderungsaufnahme bis zu einer detaillierten Implementierungsbeschreibung eignet [See-2006, S. 3]. Im Rahmen der UML-Notation ist insbesondere das UML-Aktivitäten-Diagramm zur Spezifizierung von Abläufen und somit zur Modellierung von Algorithmen und Software-Operationen geeignet [See-2006, S. 27ff.]. In Tabelle 5-2 sind im Folgenden wichtige Elemente der UML-Modellierung aufgeführt.

Tabelle 5-2: UML-Modellierung [See-2006, S. 28ff.]

UML-Element	Beschreibung
	Startknoten als Beginn jedes UML-Aktivitätendiagramms
	Operation und Funktion des Algorithmus
	Aktionen verzweigen oder zusammenführen
	Kontrollfluss zwischen den Elementen
	Entscheidung abhängig von den Bedingungen
	Endknoten als Abschluss jedes UML-Aktivitätendiagramms

Die UML-Notation eignet sich im Projekt zur Modellierung grundlegender automatisierter Workflows und Softwareabläufe der zu entwickelnden Kooperationsplattform.

Kreativitätstechniken

Alle notwendigen Prozesse zur Steuerung sowie mögliche Sonderfälle mit Konfliktpotenzial wurden in enger Abstimmung mit Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses erarbeitet und diskutiert. Zu Sonderfällen mit Konfliktpotenzial zählen beispielsweise die zeitgleiche Bestellung eines Ersatzteils von zwei Unternehmen, wenn nur ein Ersatzteil innerhalb der Kooperation bevorratet wird. Durch gemeinsames Brainstorming auf Projekttreffen konnten vielfältige Ergebnisse erzeugt werden. Grundlage für die identifizierten und ausgestalteten Steuerungsprozesse sind auch die Ergebnisse einer im Rahmen des Forschungsprojekts betreuten Abschlussarbeit [Phu-2018].

5.2 Prozesslandkarte

Wie bereits festgestellt sind für den Erfolg einer Kooperation die Steuerungsstruktur und die Prozesse entscheidend (Kapitel 2.1) [GIZ-2015, S. 1]. Zur Strukturierung und Visualisierung der relevanten Prozesse innerhalb eines Unternehmens und eines Kooperationsystems eignet sich eine Prozesslandkarte [GIZ-2015, S. 207]. Im Rahmen einer in Österreich durchgeführten Studie konnte ermittelt werden, dass ca. 61 % der befragten Unternehmen eine vollständige Prozesslandkarte pflegen und sich so eine Übersicht über vorhandene Prozesse im Unternehmen verschaffen [Ins-2010].

Zur Visualisierung und Strukturierung der Prozesse wird daher auch im Forschungsprojekt ETKoop eine Prozesslandkarte erstellt. Diese unterteilt alle erforderlichen Prozesse in

- (1) Managementprozesse,
- (2) Kernprozesse und
- (3) Unterstützungsprozesse.

Die Managementprozesse beinhalten alle strategischen Prozesse der Kooperation, wohingegen die Kernprozesse sich aus der Kernkompetenz des Unternehmens bzw. der Kooperation ableiten. Unterstützungsprozesse befähigen die Management- und Kernprozesse, haben selbst jedoch keinen messbaren direkten Kundennutzen. In Abbildung 5-1 sind die im Forschungsprojekt definierten Prozesse in eine Prozesslandkarte eingegliedert.

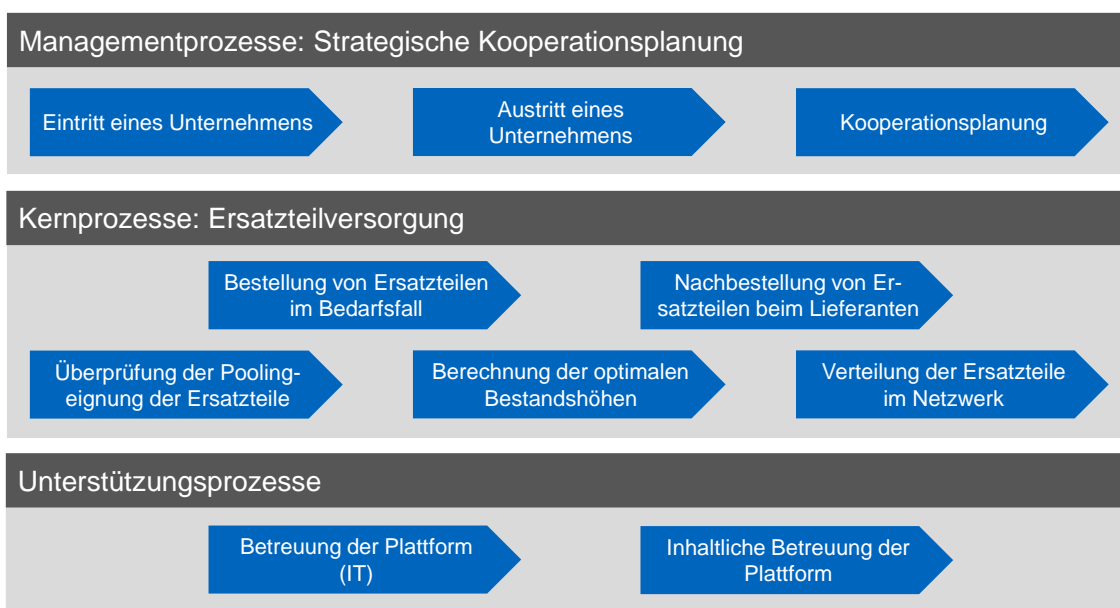


Abbildung 5-1: Prozesslandkarte

Die identifizierten Managementprozesse umfassen die strategische Kooperationsplanung. Hier wird die langfristige Zusammenarbeit und Zusammensetzung der Kooperationspartner festgelegt, bspw. über den Kooperationseintritt und -austritt von Unternehmen. Die Kernprozesse umfassen alle Tätigkeiten zur Ersatzteilversorgung, was auch den Grund für die Kooperation darstellt. Als Unterstützungsprozesse wurden insbesondere Tätigkeiten im Zusammenhang mit Wartungs- und Überwachungsaktivitäten der Kooperationsplattform festgelegt.

5.3 Managementprozesse: Strategische Kooperationsplanung

Nachfolgend werden die identifizierten Managementprozesse der strategischen Kooperationsplanung als EPK ausgestaltet und erläutert.

Eintritt eines Unternehmens

Der Eintrittsprozess ist in Abbildung 5-2 dargestellt. Dieser wird ausgelöst, wenn ein Unternehmen der Kooperation beitreten möchte. Der Auslöser hierzu kann die Akquise eines potenziell geeigneten Unternehmens der Kooperationspartner oder das Interesse eines Unternehmens sein, welches von der Kooperation gehört hat. Zunächst müssen die Ersatzteile des Beitrittskandidaten auf Eignung überprüft werden. Hierzu stellt das Unternehmen die benötigten Ersatzteildaten bereit. Die Kooperationsplattform prüft auf dieser Grundlage die Ersatzteile auf ihre Poolingegnung. Der genaue Ablauf hierzu wird im Prozess „Überprüfung der Poolingegnung der Ersatzteile“ beschrieben.

Nur bei vorhandener Poolingegnung der Ersatzteile wird der Eintrittsprozess fortgesetzt. Ansonsten wird das Unternehmen über die Ablehnung informiert und der Eintrittsprozess ist abgeschlossen. Ist eine Poolingegnung vorhanden, werden die Kooperationspartner über die Plattform informiert. Jeder Kooperationspartner hat nun vierzehn Tage Zeit, um über den Eintritt des Unternehmens abzustimmen. Die Abstimmungsmöglichkeit für jeden Kooperationspartner erhöht die erforderliche Vertrauensbasis zwischen den Unternehmen [Kin-2009, S. 215]. Darüber hinaus wird durch die Angabe einer vierzehntägigen Frist zur Abstimmung den Unternehmen ausreichend Zeit eingeräumt, Ihre Entscheidung zu treffen, gleichermaßen jedoch ein zeitnahes Ergebnis über den Kooperationsbeitritt sichergestellt. Die Kooperationspartner können den Beitrittskandidaten ablehnen, sollten Sie Bedenken haben oder bereits schlechte Erfahrungen gemacht haben. Sobald alle Unternehmen abgestimmt haben bzw. die Zeit der Abstimmung vergangen ist, wird das Ergebnis durch die Plattform ausgewertet. Stimmen mindestens zwei Drittel dem Beitritt zu, kann der Eintrittsprozess fortgesetzt werden. Ansonsten, wenn ein Drittel der Kooperationspartner den Beitritt des Unternehmens nicht befürworten, wird der Beitrittskandidat abgelehnt, darüber informiert und der Eintrittsprozess ist abgeschlossen. Nach der Zustimmung der Kooperationspartner kann der Beitrittskandidat den Kooperationsvertrag unterschreiben. Er ist damit der Kooperation erfolgreich beigetreten.

Mit dem Beitritt des neuen Unternehmens verändern sich die Ersatzteilbedarfe der Kooperation. Die aktualisierten Daten bilden die Grundlage für die „Berechnung der optimalen Bestandshöhe“ und die „Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk“. Beide Prozesse sind Kernprozesse der Plattform und werden im weiteren Verlauf genauer beschrieben. Abschließend wird eine externe IT-Fachkraft das ERP-System des beigetretenen Unternehmens an die Kooperationsplattform anbinden und das beigetretene Unternehmen sich mit den Steuerungsprozessen vertraut machen, um eine fehlerfreie Zusammenarbeit zu gewährleisten. Insbesondere ist eine genaue Einarbeitung in die definierten Kernprozesse zur Ersatzteilversorgung erforderlich (Kapitel 5.4).

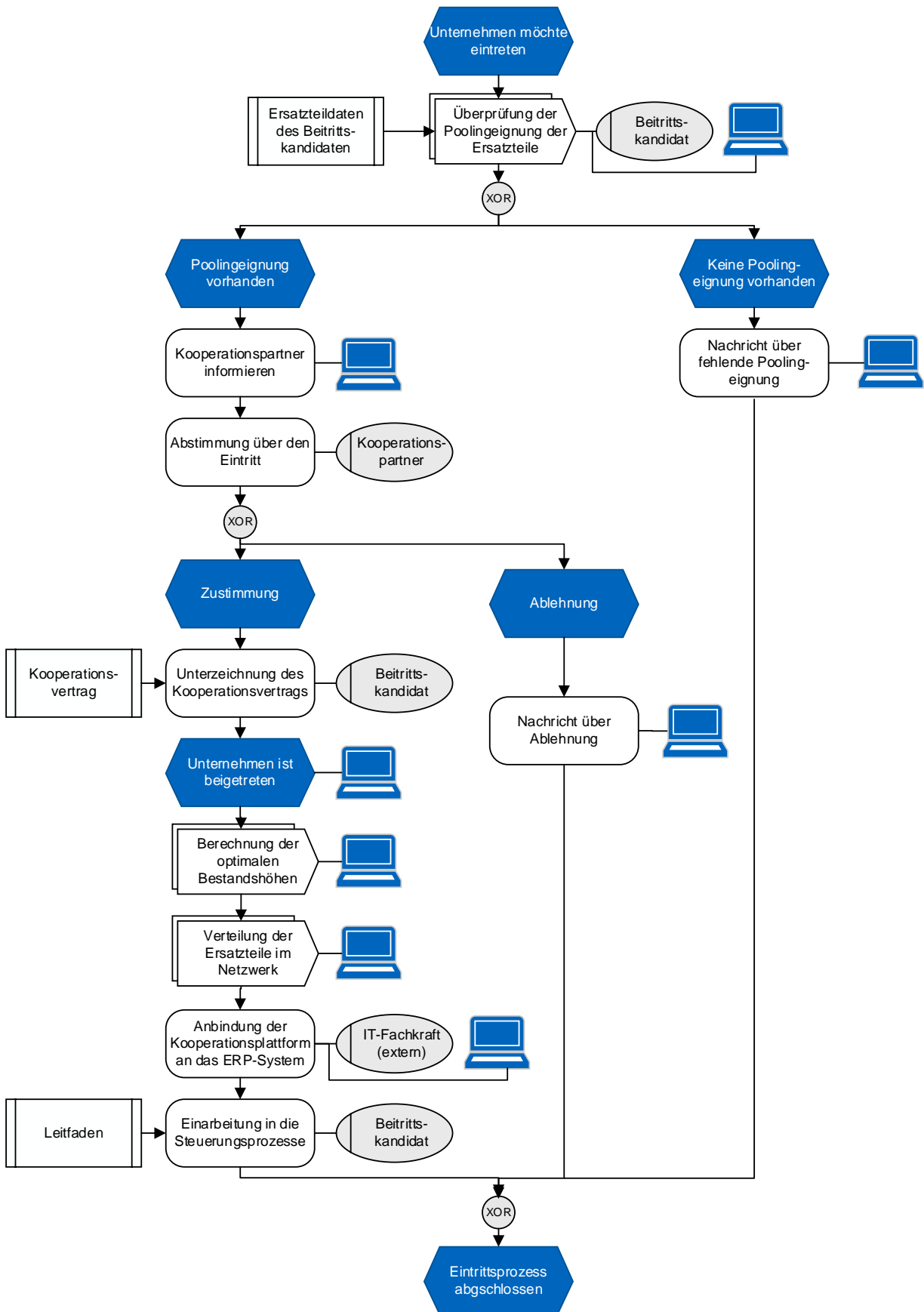


Abbildung 5-2: EPK - Eintritt eines Unternehmens

Austritt eines Unternehmens

Der in Abbildung 5-3 dargestellte Prozess zeigt die EPK des Austrittsprozesses.

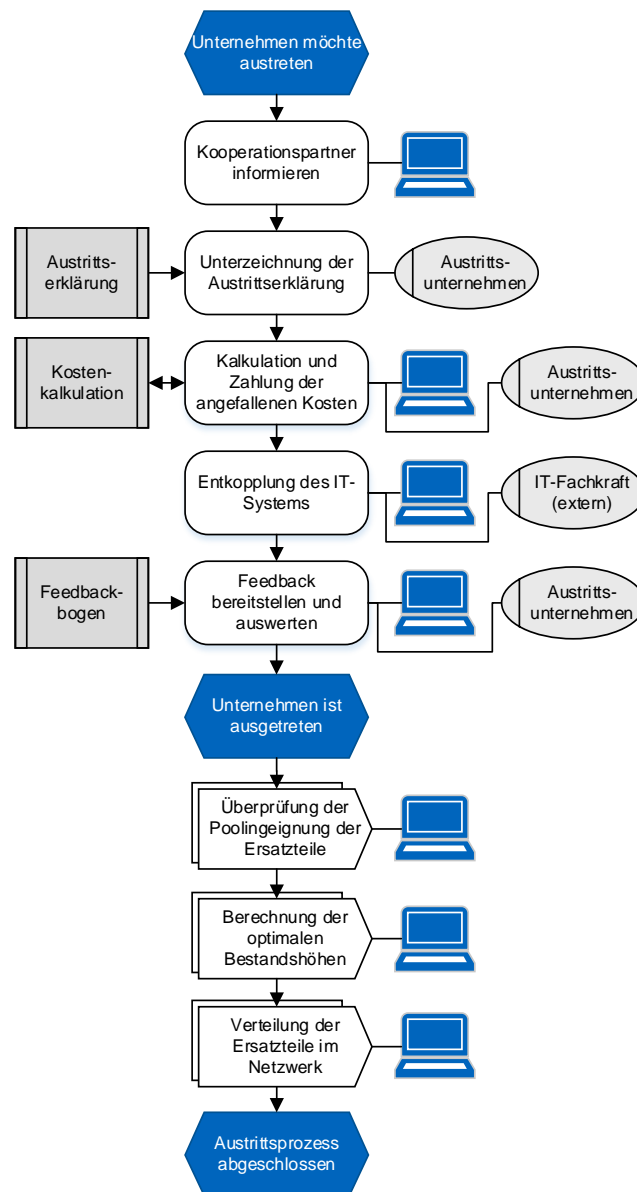


Abbildung 5-3: EPK - Austritt eines Unternehmens

Der Prozess wird ausgelöst, wenn ein Unternehmen die Kooperation verlassen möchte, beispielsweise aufgrund einer strategischen Neuausrichtung des Ersatzteilmanagements. Mit dem Austritt eines Unternehmens ändert sich die Zusammensetzung der Kooperation. Die veränderte Datengrundlage muss für eine erfolgreiche weitere Kooperation der restlichen Unternehmen berücksichtigt werden.

Zunächst werden die Kooperationspartner von der Plattform über den Austrittswunsch des Unternehmens informiert. Daran anschließend unterzeichnet das Austrittsunternehmen die Austrittserklärung, wodurch der Vorgang offiziell eingeleitet und bestätigt

wird. Da innerhalb der Kooperation einzelne Unternehmen während der Abrechnungsperioden unterschiedlich stark profitieren können, müssen bereits angefallene Kosten des Austrittsunternehmens kalkuliert und gezahlt werden. Die zugrundeliegende Berechnungslogik ist in Kapitel 5.5 im Controlling-Prozess dargestellt. Nachdem die Kosten ausgeglichen sind, kann das IT-System des Austrittsunternehmens von der Plattform entkoppelt werden und über einen Feedbackbogen eine Rückmeldung über die Beweggründe des Ausscheidens des Austrittsunternehmens aus der Kooperation eingeholt werden. Dieses wird ausgewertet, um die weitere langfristige Kooperation sicherzustellen und mögliche Probleme zu beheben. Damit ist das Unternehmen erfolgreich aus der Kooperation ausgetreten.

Der Austritt des Unternehmens bedingt eine veränderte Gesamtnachfrage der Kooperation. Aufgrund dieser geänderten Datengrundlage müssen abschließend die Prozesse „Überprüfung der Pooling eignung der Ersatzteile“, „Berechnung der optimalen Bestandshöhen“ und „Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk“ neu ausgeführt werden, sodass es langfristig zu keinem erhöhten Ersatzteilbestand oder einer ungünstigen Verteilung im Netzwerk kommt und weiterhin nur poolinggeeignete Ersatzteile kooperativ bevorratet werden.

Kooperationsplanung

Im Rahmen der Kooperationsplanung wird die zukünftige Zusammenarbeit der Kooperationspartner besprochen. Der zugehörige Prozess ist in Abbildung 5-4 dargestellt. Ziel ist die Verbesserung potenzieller Probleme und die Stärkung der Zusammenarbeit. Hierzu findet ein jährliches Kooperationsplanungstreffen mit allen beteiligten Unternehmen statt. Im Vorfeld werden von der Kooperationsplattform notwendige Auswertungen als Diskussionsgrundlage erstellt. Anhand dieser, der Erfahrungsberichte der Unternehmen und der Erkenntnisse aus dem Quartalsweisen Monitoring (Kapitel 5.5) wird ein potenzieller Handlungsbedarf festgestellt und eine Liste mit Anpassungen erarbeitet, die es zeitnah umzusetzen gilt. Beispielweise kann sich zeigen, dass ein erforderlicher Servicegrad für ein Ersatzteil nicht erreicht werden konnte, es Abstimmungsprobleme untereinander oder Verbesserungsvorschläge für die Kooperationsplattform gibt. Abschließend wird die zukünftige Zusammensetzung der Kooperation, insbesondere ggf. geeignete Unternehmen zur Aufnahme in die Kooperation, diskutiert. Dies ist sinnvoll, da eine durch eine größere Anzahl an Kooperationspartner höhere Einsparungspotenziale zu erwarten sind und von weiteren wichtigen Erfahrungswerten profitiert werden kann [Kar-2014, S. 94; Kil-2004, S. 137].

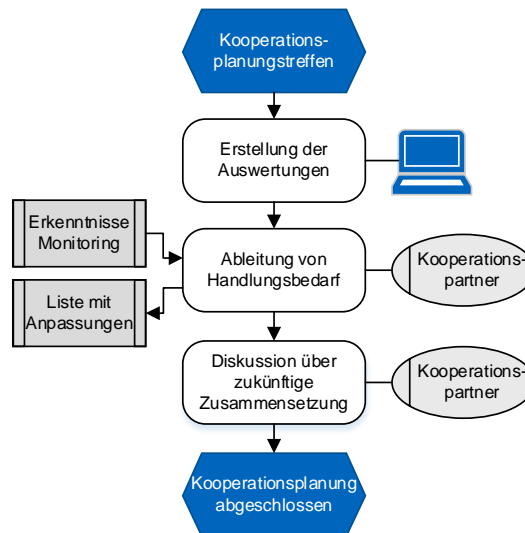


Abbildung 5-4: EPK - Kooperationsplanung

5.4 Kernprozesse: Ersatzteilversorgung

Die Kernprozesse befähigen die Kooperation ihr eigentliches strategisches Ziel der Ersatzteilversorgung zu gewährleisten. Erforderlich hierzu ist die Definition der Bestell- und Nachbestellabläufe und alle Prozesse zur Auswahl, Bestandshöhenberechnung und Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk.

Bestellung von Ersatzteilen im Bedarfsfall

Die gemeinsam bevorrateten Ersatzteile sind im Netzwerk verteilt gelagert und werden über die Plattform bezogen. Der anfallende Koordinationsaufwand bei dezentraler Lagerhaltung [Kno-2009, S. 2; Haa-2010, S. 264] wird durch eine Teilautomatisierung durch die Plattform größtmöglich reduziert [Sch-2015, S. 186]. Alle Unternehmen verwenden diesen einheitlichen Beschaffungsweg über die Kooperationsplattform, unternehmensspezifische Bestellprozesse werden nicht angewendet. Dies ist aufgrund der zu berücksichtigenden Ersatzteilzuweisungsstrategie erforderlich. Darüber hinaus sollen die Abläufe auf der Plattform nicht unnötig komplex gestaltet werden.

Tritt ein Ersatzteilbedarf bei einem Kooperationspartner auf, wird zunächst über die Plattform vom bestellenden Unternehmen die Verfügbarkeit des Ersatzteils abgefragt. Das Ersatzteil ist entweder verfügbar und auf Lager, nicht verfügbar oder wird nicht bevorratet innerhalb der Kooperation. Ist letzteres der Fall, hat das bestellende Unternehmen ein Ersatzteil gesucht, welches nicht unter die kooperative Bevorratungsstrategie fällt. Es muss das Ersatzteil dementsprechend außerhalb der Plattform eigenständig beim Lieferanten oder Großhändler bestellen.

Ist das Ersatzteil nicht auf Lager, wird die Nicht-Verfügbarkeit im System durch das bestellende Unternehmen dokumentiert. Anschließend muss das Unternehmen sich um eine eigenständige Bestellung des Ersatzteils kümmern. Der Fall, dass ein Ersatzteil nicht verfügbar ist, sollte selten bis nie auftreten, um das Vertrauen der Kooperationspartner in die gemeinschaftliche Bevorratung aufrecht zu halten und mögliche Ausfallkosten zu reduzieren.

Ist das benötigte Ersatzteil verfügbar und auf Lager, was der Regelfall sein sollte, wird über die Plattform der Standort des Ersatzteils abgefragt. Sollte ein Ersatzteil an mehreren Standorten oder in höherer Stückzahl verfügbar sein, wird das Ersatzteil auf Basis eines in der Plattform integrierten Workflows ausgewählt. Ziel ist die Vermeidung von Lieferkosten und Überalterung von Ersatzteilen. Für jedes Ersatzteil werden spezifische Alterungsgrenzen festgelegt. Überschreitet ein Ersatzteil diese, wird es priorisiert dem bestellenden Unternehmen zugewiesen. Ansonsten werden primär die Ersatzteile zugewiesen, die sich im eigenen Lager befinden. Dadurch können einerseits Lieferkosten vermieden und andererseits die Akzeptanz des Systems bei den Kooperationspartnern erhöht werden.

Das dem bestellenden Unternehmen von der Plattform zugewiesene Ersatzteil befindet sich im eigenen Lager oder bei einem Kooperationspartner. Befindet es sich im eigenen Lager, kann das Ersatzteil bestellt und vom System ausgebucht werden. Anschließend wird nach Entnahme eine Qualitätskontrolle durchgeführt. Ist das Ersatzteil in Ordnung, kann die Rechnung gestellt und beglichen werden. Anschließend wird der Prozess „Nachbestellung von Ersatzteilen beim Lieferanten“ ausgelöst, um einen potenziell unterschrittenen Lagerbestand wieder auszugleichen und der Prozess damit abgeschlossen. Bei einem schadhafte Ersatzteil muss der Schaden vom bestellenden Unternehmen über die Plattform gemeldet werden, bevor anschließend das benötigte Ersatzteil erneut über die Plattform gesucht und bestellt werden kann.

Ist das benötigte Ersatzteil bei einem Kooperationspartner eingelagert, wird es über die Plattform bestellt und ausgebucht. Anschließend muss eine Spedition für den Transport beauftragt und eine Qualitätskontrolle durchgeführt werden. Die Einbeziehung einer externen Spedition ist erforderlich, da nicht jeder Kooperationspartner über die notwendigen Kompetenzen und Kapazitäten verfügt. Für die Qualitätskontrolle werden einheitliche Standards auf Basis der Informationen des Ersatzteillieferanten definiert. Ist die Qualitätskontrolle positiv, kann das Ersatzteil von der Spedition verpackt und versendet werden. Bei einem schadhafte Ersatzteil muss der Schaden über die Plattform gemeldet und erneut die Verfügbarkeit des benötigten Ersatzteils abgefragt werden. Nach Bestätigung der Ankunft eines fehlerfreien Ersatzteils wird eine erneute Qualitätskontrolle beim bestellenden Unternehmen durchgeführt.

Dadurch können eventuelle Transportschäden verursachungsgerecht über die Versicherung des Spediteurs ausgeglichen werden. Liegen keine Transportschäden vor, kann die Rechnung erstellt und beglichen und der Prozess „Nachbestellung beim Lieferanten“ ausgelöst werden. Damit ist der Bestellprozess abgeschlossen.

In Abbildung 5-5 sind die beschriebenen Prozessschritte zur Bestellung eines Ersatzteils als EPK visualisiert.

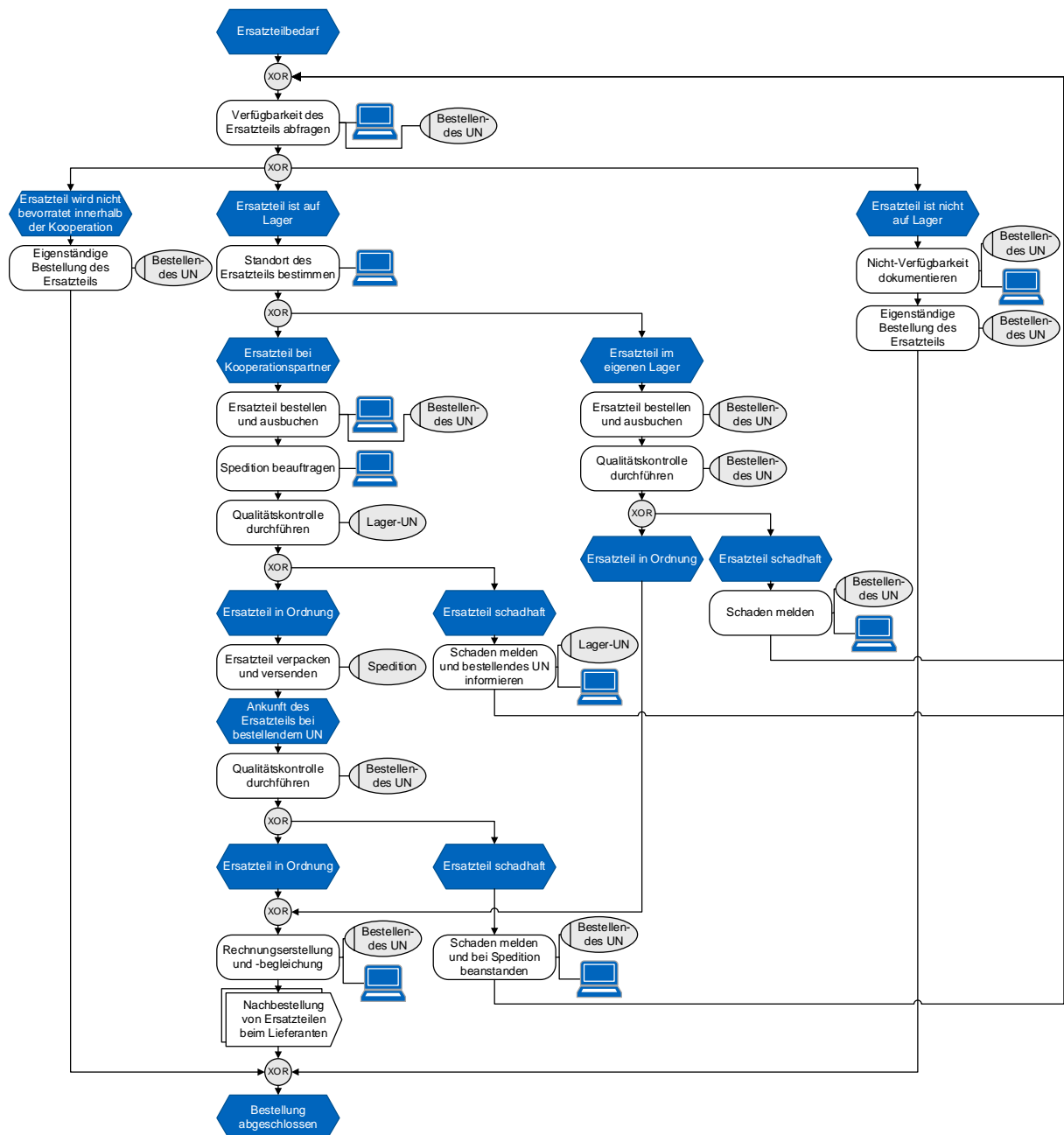


Abbildung 5-5: EPK - Bestellung von Ersatzteilen im Bedarfsfall

Nachbestellung von Ersatzteilen beim Lieferanten

Den Ablauf der Nachbestellung von Ersatzteilen stellt Abbildung 5-6 als EPK dar.

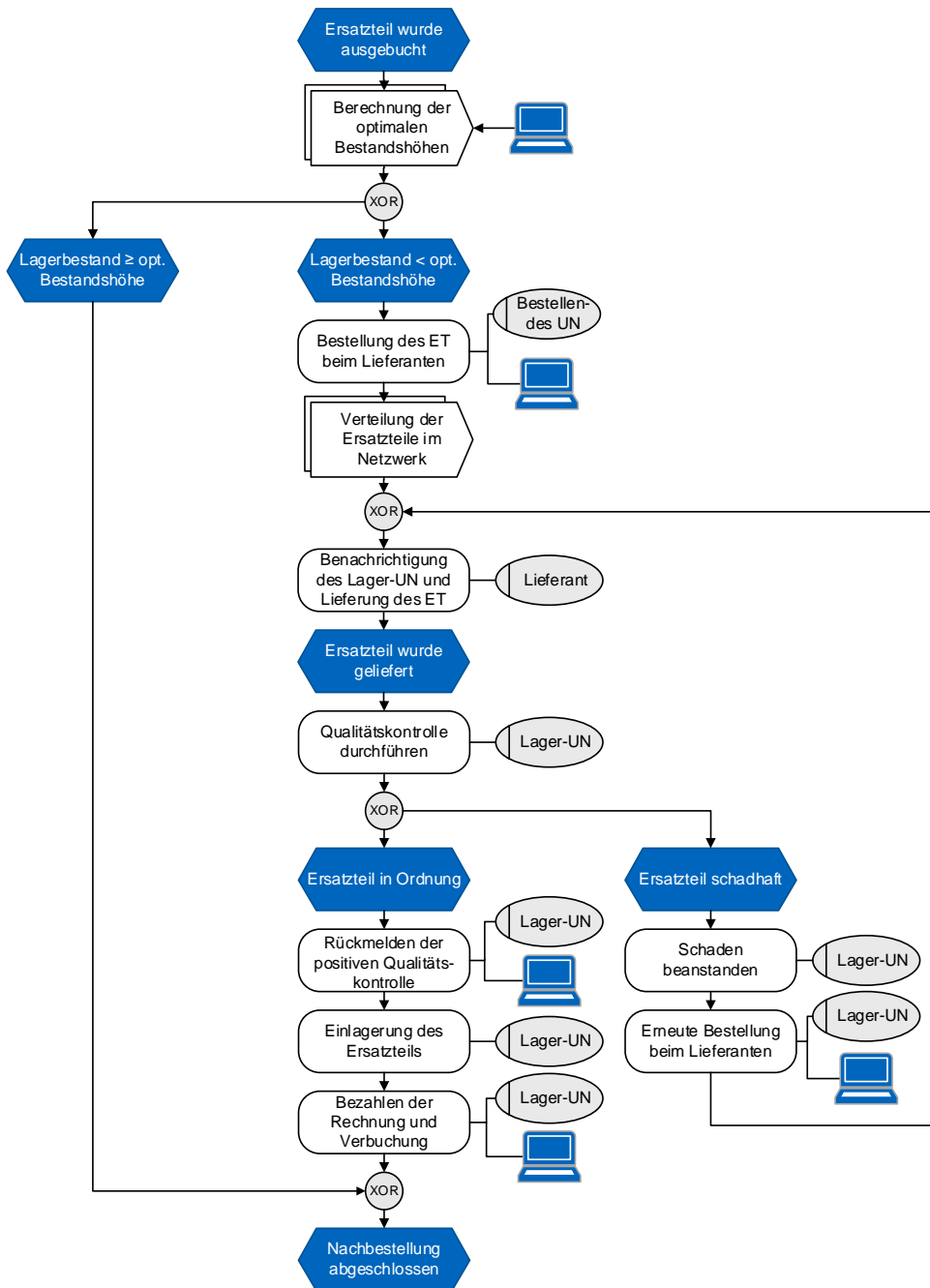


Abbildung 5-6: EPK - Nachbestellung von Ersatzteilen beim Lieferanten

Mit der Ausbuchung eines Ersatzteils im Bestellvorgang wird der Nachbestellprozess ausgelöst. Zunächst berechnet die Plattform auf Basis der geänderten Datengrundlage die optimalen Bestandshöhen. Ist der Lagerbestand größer gleich der optimalen Bestandshöhe, müssen keine Ersatzteile nachbestellt werden und der Prozess ist abgeschlossen.

Sollte die optimale Bestandshöhe unterschritten sein, bestellt das bestellende Unternehmen über die Plattform die benötigte Anzahl an Ersatzteilen. Über den Prozess „Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk“ werden die zu liefernden Ersatzteile im Netzwerk verteilt. Zur Lieferung wird das Lager-Unternehmen vom Lieferanten benachrichtigt, um beim Wareneingang eine Qualitätskontrolle durchführen zu können. Sind die gelieferten Teile in Ordnung, kann dies im System rückgemeldet und die Ersatzteile können eingelagert werden. Nach der Bezahlung der Rechnung ist der Prozess abgeschlossen. Ist ein Ersatzteil schadhaft, wird der Schaden beim Lieferanten beanstandet und eine erneute Bestellung aufgegeben.

Überprüfung der Poolingegnung der Ersatzteile

Die Poolingegnung von Ersatzteilen wird von der Plattform ermittelt. Diese bestimmt anhand der Ersatzteildaten eines interessierten Beitrittskandidaten oder eines austretenden Unternehmens die Eignung der Ersatzteile zur gemeinschaftlichen Bevorratung. Da dieser Prozess automatisiert abläuft, wird der Prozess nachfolgend in Abbildung 5-7 als UML-Aktivitätendiagramm dargestellt.

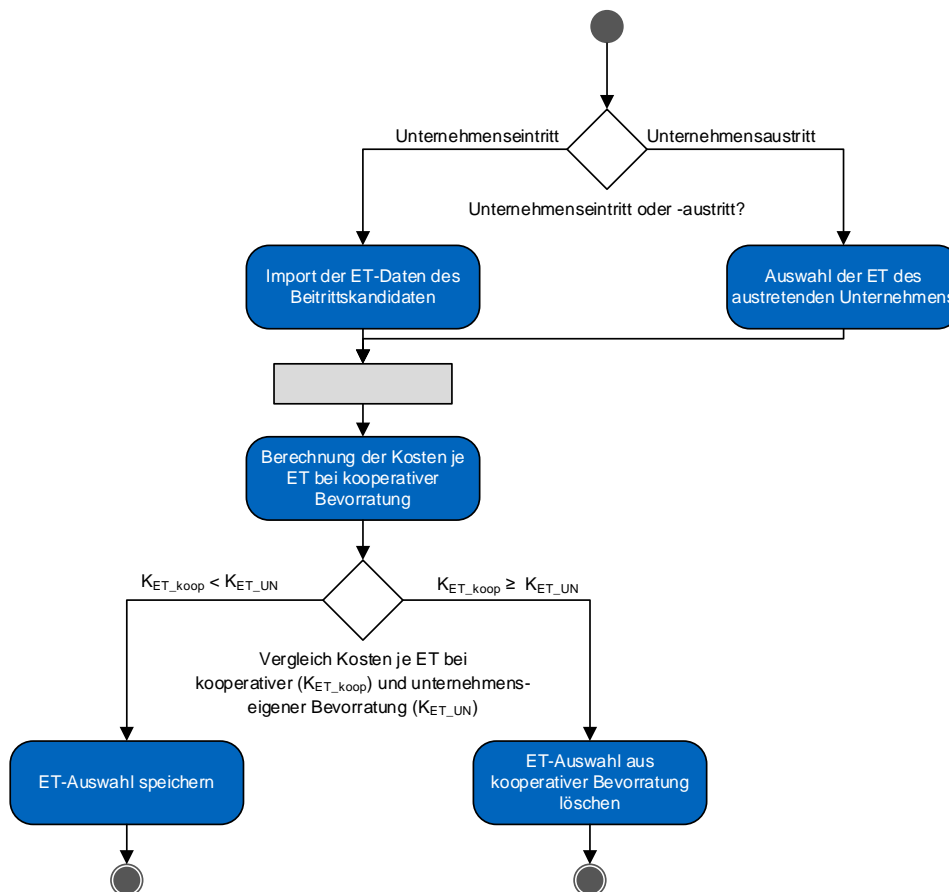


Abbildung 5-7: UML-Aktivitätendiagramm - Überprüfung der Poolingegnung der Ersatzteile

Zur Überprüfung der Pooling eignung der Ersatzteile muss zunächst unterschieden werden, ob der Prozess Folge eines Unternehmens eintritts oder -austritts ist. Bei einem gewünschten Unternehmens eintritt werden zunächst die erforderlichen Ersatzteildaten des Beitrittskandidaten importiert. Diese muss der Beitrittskandidat in einer von der Kooperation definierten Form als Excel-Auszug bereitstellen. Dadurch können die Daten automatisiert, ohne dass ein Mitglied der Kooperation diese einsehen kann, verarbeitet werden. Eine automatisierte Verarbeitung der Ersatzteildaten erhöht die Bereitschaft potenzieller Beitrittskandidaten diese teilweise sensible Daten auf Pooling eignung überprüfen zu lassen. Wird der Prozess durch einen Unternehmensaustritt ausgelöst, werden im System alle Ersatzteile des austretenden Unternehmens ausgewählt. Nach der Auswahl bzw. dem Import der Ersatzteildaten können auf Basis des Kostenmodells (Kapitel 6) die Kosten je Ersatzteil bei kooperativer Bevorratung (K_{ET_koop}) mit den Kosten bei unternehmenseigener Bevorratung (K_{ET_UN}) verglichen werden. Alle Ersatzteile, die sich günstiger kooperativ bevorraten lassen, werden auf der Plattform zur weiteren Verarbeitung gespeichert. Ersatzteile, bei denen sich keine Kostenvorteile ergeben, werden aus der kooperativen Bevorratung entfernt.

Berechnung der optimalen Bestandshöhen

Die Berechnung der optimalen Bestandshöhen der kooperativ bevorrateten Ersatzteile ist immer dann erforderlich, wenn sich die Berechnungsgrundlagen verändert haben. Dies ist der Fall, wenn sich der Ersatzteilbedarf eines Unternehmens aufgrund einer veränderten Nachfragerate ändert oder ein Unternehmen der Kooperation bei- oder aus der Kooperation ausgetreten ist.

Die Prozesse im Rahmen des Forschungsprojekts ETKoop fokussieren die Steuerung der Ersatzteilkoope ration. Dementsprechend wird für die Berechnung der optimalen Bestandshöhen auf externe Berechnungsmodelle zurückgegriffen [Haf-2019, S. 23ff.; Kuk-2001, S. 1371ff.]. Diese zeigen, dass sich bei kooperativer Ersatzteilbevorratung abhängig von der Kooperationszusammensetzung und dem betrachteten Ersatzteil eine Reduktion des Bestands zwischen ca. 15 % und bis zu 80 % erreichen lässt [Haf-2019, S. 25; Kuk-2001, S. 1381].

Das UML-Aktivitätendiagramm zur Berechnung der optimalen Bestandshöhen zeigt Abbildung 5-8.

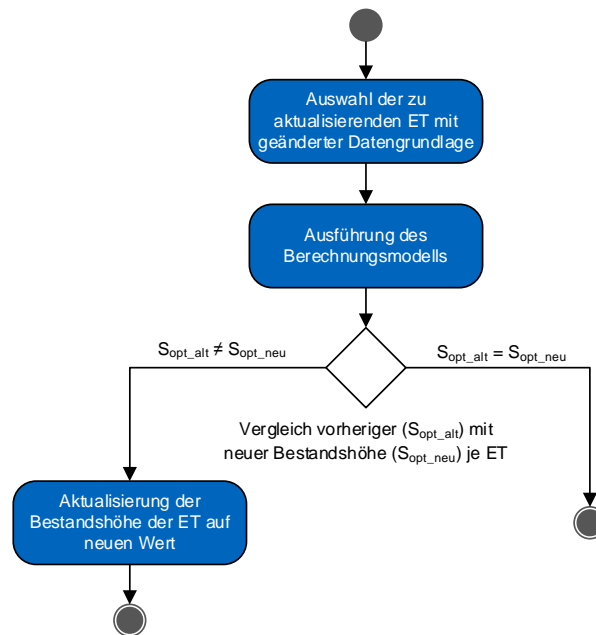


Abbildung 5-8: UML-Aktivitätendiagramm - Berechnung der optimalen Bestandshöhen

Der Algorithmus startet mit der Auswahl der zu aktualisierenden Ersatzteile mit einer geänderten Datengrundlage. Für diese Ersatzteile wird das jeweilige Berechnungsmodell ausgeführt. Anschließend kann die vorherige optimale Bestandshöhe S_{opt_alt} mit der neu ermittelten Bestandshöhe S_{opt_neu} verglichen werden. Wenn sich diese Werte unterscheiden wird der Wert der optimalen Bestandshöhe auf den neuen Wert S_{opt_neu} aktualisiert, womit der Ablauf abgeschlossen ist.

Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk

Die Ersatzteile müssen bei gemeinschaftlicher Bevorratung möglichst effizient im Netzwerk verteilt werden, um die anfallenden zusätzlichen Transportkilometer zu minimieren. Dadurch können Bereitstell- und Ausfallzeiten bestmöglich reduziert werden. Den Ablauf zur Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk zeigt Abbildung 5-9.

Zunächst müssen sich die Kooperationspartner abstimmen, ob sie die kooperativ bevorrateten Ersatzteile zentral oder dezentral auf mehrere Lager verteilen wollen. Eine Verteilung auf mehrere Lager eignet sich insbesondere für Ersatzteile, für welche ein höherer Bestand vorgehalten wird und die von vielen Unternehmen nachgefragt werden. Dadurch können die anfallenden Gesamttransportkilometer bei Verwendung von zwei Lagern gegenüber der zentralen Lagerung je nach Netzwerk um 50 % bis zu 70 % reduziert werden [Haf-2019, S. 26]. Der zusätzliche Koordinationsaufwand bei Aufteilung auf mehrere Lager wird durch die Plattform kompensiert, welche die erforderlichen Abläufe bereits integriert hat.

Nach der Festlegung der gewünschten Lageranzahl wird die Anzahl der möglichen Lagerkombinationen berechnet. Für diese können auf Basis des in [Haf-2019] vorgestellten Berechnungsmodells die erforderlichen Gesamttransportkilometer je Lagerkombination berechnet werden [Haf-2019, S. 23ff.]. Anschließend wird die Lagerkombination mit den geringsten Gesamttransportkilometern ausgewählt und mit der bisherigen Lagerkombination verglichen. Bei einer Abweichung werden zukünftige Ersatzteile entsprechend der neuen Lagerkombination verteilt. So wird zukünftig das Optimum erreicht, ohne zusätzliche Umverteilungsprozesse zu generieren.

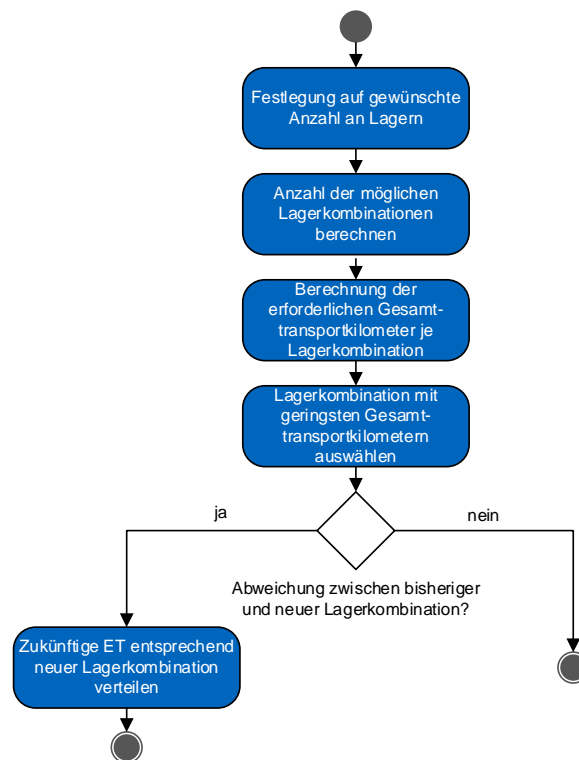


Abbildung 5-9: UML-Aktivitätendiagramm - Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk

5.5 Unterstützungsprozesse

Um eine fehlerfreie Kooperation zu gewährleisten, sind Unterstützungsprozesse erforderlich. Diese umfassen notwendige Wartungs- und Überwachungsaktivitäten der Kooperationsplattform.

Betreuung der Plattform (IT)

Abbildung 5-10 zeigt die EPK für die IT-seitige Betreuung der Plattform. Diese soll sicherstellen, dass die Verantwortlichkeiten bei etwaigen IT-Problemen richtig adressiert werden können. Beim Vorliegen eines IT-Problems wird vom betroffenen Koope-

rationspartner zunächst eine Fehlerbeschreibung verfasst. Diese wird an den IT-Verantwortlichen der Plattform geschickt. Dieser IT-Verantwortliche wird von der Kooperation bestimmt. Dadurch können innerhalb der Kooperation kleinere Probleme eigenständig gelöst werden. Liegt ein größeres IT-Problem vor, wird ein IT-Dienstleister mit der Lösung beauftragt.

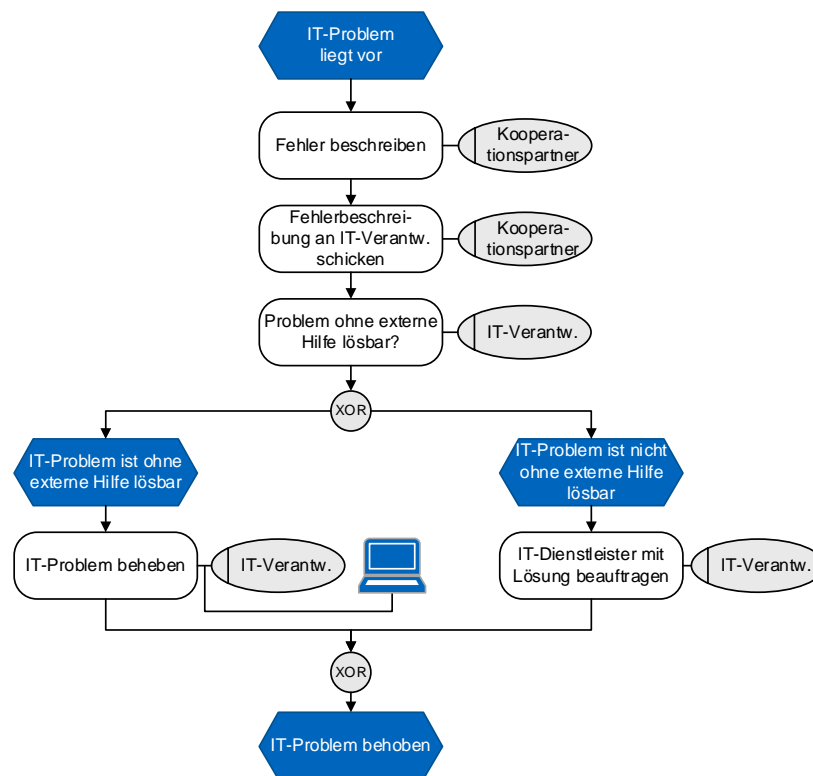


Abbildung 5-10: EPK - Betreuung der Plattform (IT)

Inhaltliche Betreuung der Plattform

Die inhaltliche Betreuung der Plattform findet quartalsweise in Form eines Monitorings statt und ist in Abbildung 5-10 dargestellt.

Einem Kooperationspartner wird diese Aufgabe zugeteilt. Dieser wertet von der Plattform bereitgestellte Kennzahlen aus und überprüft die Bestellhistorie der vergangenen Periode auf Unregelmäßigkeiten. Dadurch kann beispielsweise eine Erhöhung der durchschnittlich benötigten Zeit zwischen Bestellung auf der Plattform und der Lieferung an das betroffene Unternehmen festgestellt werden. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse werden für das jährliche Kooperationsplanungstreffen aller Mitglieder dokumentiert. Eine weitere inhaltliche Betreuung durch den Kooperationspartner ist nicht vorgesehen und erforderlich.

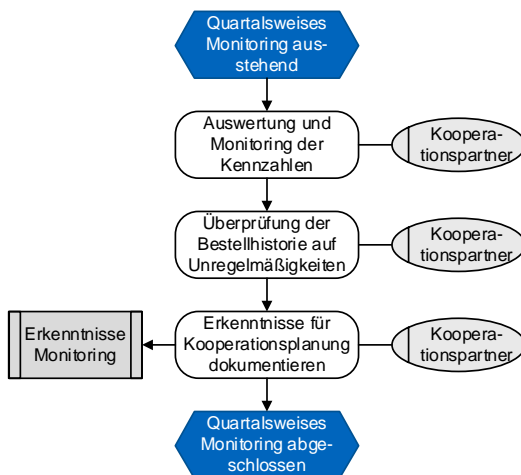


Abbildung 5-11: EPK - Inhaltliche Betreuung der Plattform

5.6 Entscheidungsregeln für Sonderfälle

Während der kooperativen Ersatzteilbevorratung können einige Sonderfälle auftreten, die bei alleiniger Ersatzteilbevorratung nicht auftreten. Im Folgenden werden mögliche Sonderfälle und Probleme identifiziert und Entscheidungsregeln und Handlungsmöglichkeiten präsentiert. Diese wurden im Rahmen von Projekttreffen mit dem projektbegleitenden Ausschuss diskutiert, um eine praxisnahe Ausarbeitung sicherzustellen.

Zeitgleiche Bestellung von Ersatzteilen

Bei kooperativer Ersatzteilbevorratung ist es möglich, dass mehrere Unternehmen nahezu zeitgleich einen Ersatzteilbedarf haben. Die betroffenen Unternehmen werden das benötigte Ersatzteil über die Plattform bestellen. Sobald ein Unternehmen den Bestellprozess eines Ersatzteils über die Plattform startet, ist das entsprechende Ersatzteil für dieses Unternehmen reserviert. Wenn das Ersatzteil innerhalb einer definierten Zeit über die Plattform final bestellt wird, ist es endgültig ausgebucht. Verringert sich der Bestand damit auf null, ist dieses Ersatzteil bis zur erfolgten Nachbestellung nicht über die Kooperation bestellbar. In diesem Fall muss sich das betroffene Unternehmen direkt mit dem Lieferanten oder einem Großhändler in Verbindung setzen, um das Ersatzteil zu beziehen. Auf der Plattform gilt also ein strenges „First come, first served-Prinzip“. Innerhalb der Kooperation wird mit Hilfe der Bestandshöhenberechnung ein definierter Servicegrad sichergestellt. Die Nichtverfügbarkeit von Ersatzteilen wird dokumentiert und über das verwendete Berechnungsmodell minimiert.

Kooperationspartner mit erhöhten Ersatzteilbedarf

Innerhalb der Kooperation können die Unternehmen unterschiedliche Ersatzteilbedarfe aufweisen. Jedes Unternehmen hat einen gewissen Steuerungsaufwand zu leisten. Hat ein Unternehmen einen höheren Ersatzteilbedarf als andere, profitiert dieses

stärker von der Kooperation. Damit die Kooperationsvorteile fair zwischen den Unternehmen aufgeteilt werden, sollten anfallende Aufwände und Kosten möglichst verursachungsgerecht verrechnet werden. Dies wird beispielsweise dadurch sichergestellt, dass bei der Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk die Partner bevorzugt werden, die einen hohen Bedarf an dem jeweiligen Ersatzteil haben, um die anfallenden Transportkilometer zu reduzieren. Dadurch müssen diese Unternehmen automatisch auch weitere anfallende Aufgaben wie die Qualitätskontrollen durchführen. Hat ein Partner einen höheren Ersatzteilbedarf, wird bei der Nachbestellung der Ersatzteile deren Verteilung im Netzwerk entsprechend angepasst und diese veränderte Nachfragerate berücksichtigt. Somit werden Unternehmen mit einem geringeren Bedarf entlastet.

Falsches / beschädigtes Ersatzteil bestellt bzw. geliefert

Wird ein falsches oder beschädigtes Ersatzteil geliefert, fallen hierfür Folge- und Rückabwicklungskosten an. Im Bestell- und Nachbestellprozess von Ersatzteilen sind notwendige Qualitätskontrollen, beispielsweise vor und nach dem Versand, vorgesehen. Diese ermöglichen es, bei einem beschädigten Ersatzteil festzustellen, in wessen Verantwortung der Schaden aufgetreten ist. Der auf diese Weise identifizierte Verursacher muss die zusätzlichen Kosten für den Rückversand bzw. Entsorgung und für die erneute Bestellung des Ersatzteils tragen. Durch diese verursachungsgerechte Kostenverrechnung werden Transparenz und Nachvollziehbarkeit auf der Plattform erhöht. Die Einlagerung eines bereits beschädigten Ersatzteils wird durch Qualitätskontrollen nach der Lieferung durch den Lieferanten verhindert. Wird ein falsches Ersatzteil bestellt oder geliefert, kann über die Plattform auch hier die Verantwortlichkeit ermittelt werden, um die Kosten verursachungsgerecht zu verrechnen.

Abbildung 5-12 fasst die beschriebenen Sonderfälle und Entscheidungsregeln zusammen.

Zeitgleiche Bestellung von Ersatzteilen	Kooperationspartner mit erhöhtem ET-Bedarf	Falsches / beschädigtes ET bestellt / geliefert
<p>Problem: Nur ein Unternehmen kann das Ersatzteil erhalten</p> <p>Lösungsvorschlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ First come first served 	<p>Problem: Pool wird unverhältnismäßig stark belastet, Partner profitieren ungleichmäßig</p> <p>Lösungsvorschlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kosten und Aufwände verursachungsgerecht verrechnen ▪ Bestandshöhe und Verteilung im Netzwerk neu ermitteln 	<p>Problem: Folge-, Rückabwicklungskosten</p> <p>Lösungsvorschlag:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Folge- und Rückabwicklungskosten verursachungsgerecht zuweisen

Abbildung 5-12: Entscheidungsregeln für Sonderfälle

6 Bewertung und Steuerung des Ersatzteilpoolings

Verfasser: Markus Jung

6.1 Methoden und Vorgehen

Im Rahmen des Arbeitspakets 4 wurde ermittelt, welche Rahmenbedingungen für die Kooperationspartner gelten müssen, damit ein Ersatzteilpooling wirtschaftlich ist. Die Schwerpunkte bilden hierbei Kosten und Nutzen der Kooperation, das Risikomanagement sowie die Steuerung des Bestandspoolings. Im ersten Schritt erfolgt eine Kosten- und Nutzenbetrachtung der Kooperationspartner. Wichtig zu beachten ist dabei, dass der Nutzen auch qualitativ, beispielsweise in Form einer besseren Informationsverfügbarkeit, kürzeren Ausfallzeiten, geringeren Instandhaltungskosten oder durch Reduktion von Obsoleszenzrisiken bestehen kann. Hinsichtlich der Kosten kann in einmalige Kosten (z. B. Kosten der Partnerwahl) und regelmäßig anfallende Kosten (z. B. Kosten für die Stammdatenpflege in gemeinsamen Verwaltungssystemen) unterschieden werden. Das Risikomanagement beinhaltet Risiken der Kooperationspartner, beispielsweise in Form von Beschaffungsrisiken beim Bezug von Ersatzteilen aus dem Pool.

Im zweiten Schritt erfolgt auf Basis des vorangegangenen Schritts die Entwicklung eines Vorgehens zur Festlegung von Verrechnungspreisen der Ersatzteile. Dies ist insofern wichtig, da zum Einkaufspreis zusätzliche Kosten, wie z. B. Kosten für Lagerhaltung und Funktionsprüfungen, im Rahmen des Ersatzteilpoolings berücksichtigt werden müssen. Diese können durch eine prozessorientierte Kostenrechnung mit zusätzlicher Identifikation der Kostentreiber ermittelt werden. Anhand dieser Ergebnisse erfolgt im anschließenden Schritt die Entwicklung einer Bewertungsvorlage, anhand derer es den Unternehmen ermöglicht werden soll, die Vorteilhaftigkeit des Ersatzteilpoolings einschätzen zu können. Um entscheiden zu können, ob eine Kooperationsbeziehung eingegangen werden soll und um geeignete Rahmenbedingungen abzuleiten, bietet sich eine Szenarioanalyse als Methode an.

Des Weiteren soll durch die Erfassung von Kosten und Nutzen eine detaillierte Planung der Kooperationsbeziehungen sowie eine Bewertung der Vorteilhaftigkeit erfolgen, welche auf Analysen der Unternehmensdaten basiert.

Um eine erfolgreiche Umsetzung der Kooperationsbeziehungen sicherzustellen, bedarf es abschließend der Ableitung von Kennzahlen. Diese sollen den Akteuren die Möglichkeit geben, frühzeitig abschätzen zu können, ob das Pooling die intendierten

Zwecke erfüllt. Die ausgewählten Kennzahlen sollen im Rahmen eines Fragebogens durch Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses hinsichtlich bestimmter Kriterien bewertet werden und somit Auskunft über die Vorteilhaftigkeit für das Eingehen einer Kooperation geben.

Die folgenden Ergebnisse waren Gegenstand dieses Arbeitspakets und wurden erarbeitet:

- (1) Vorgehen zur Entscheidung über das Eingehen der Kooperation
- (2) Vorgehen zur Wirtschaftlichkeitsbewertung der Kooperation
- (3) Vorgehen zur Festlegung von Verrechnungspreisen
- (4) Angepasstes Risikomanagement
- (5) Kennzahlen zur Steuerung des Ersatzteillpoolings

6.2 Plattformkonzept als Ausgangspunkt

Digitale Plattformen bieten bei steigender Automatisierung, Verflechtung und Vernetzung großes wirtschaftliches Potenzial zur disruptiven Veränderung ganzer Branchen innerhalb kürzester Zeit. Beispielhaft zu nennen sind hier digitale Plattformbetreiber wie Amazon, Facebook oder Airbnb. Plattformen im industriellen Kontext sind unter anderem MindSphere, Predix oder Adamos. Die zugrunde liegenden erfolgskritischen Mechanismen einer digitalen Plattformen sind nach SEITER Skalierung, Monetarisierung, Steuerungsmechanismen und Performance Measurement [Sei-2017b]. Skalierung beschreibt, wie eine ausreichend große Anzahl von Nutzern für die Plattform akquiriert wird, um Skaleneffekte zu erbringen. Skalierung kann mithilfe digitaler Plattformen ohne hohe Investitionen in Infrastruktur erreicht werden. Monetarisierung oder auch Pricing meint, ob und wie die verschiedenen Akteure auf der Plattform bepreist werden. Des Weiteren werden auf einer digitalen Plattform Mechanismen zur Kontrolle und Steuerung des Verhaltens der Akteure benötigt. Performance Measurement dient der Erfolgskontrolle mithilfe speziell auf die Plattform zugeschnittener Kennzahlen. Diese werden am Ende dieses Arbeitspakets näher beschrieben.

6.3 Physisches vs. Virtuelles Pooling

Die Ersatzteile, welche die beschriebenen Eigenschaften zur Pooling eignung tragen, können prinzipiell durch zwei verschiedene Arten einer Ersatzteilkoopeation zusammengelegt werden: durch ein dezentrales, virtuelles Pooling oder durch ein zentrales, physisches Pooling. Diese beiden Konzepte werden im Folgenden näher vorgestellt.

Im physischen Pooling werden die Unternehmen selbst keine poolinggeeigneten Ersatzteile mehr lagern, sondern diese in einem Zentrallager sammeln. Zu Beginn werden die Bestände der Ersatzteile wie beim virtuellen Pooling erfasst und in einer Datenbank hinterlegt. Das Zentrallager kann entweder ein Lager eines Partners sein oder ein extra dafür angemieteter Lagerraum. Wichtig ist, dass sich dieser in der Nähe von den anderen Unternehmen befindet, weil sonst Lieferwege und somit Lieferzeiten und Lieferkosten prohibitiv hoch werden können. Ein physisches Ersatzteilpooling kann kostentechnisch erst dann gegenüber einem virtuellen Pooling vorteilhaft sein, wenn entweder die Lagerkosten im Zentrallager viel niedriger sind als der Durchschnitt in den einzelnen Lagern der Unternehmen oder der Nutzen der frei werdenden Lagerkapazitäten in den einzelnen Partnerunternehmen hoch ist. Ein Nachteil des physischen Poolings gegenüber dem virtuellen ist, dass die Kosten der Einleitung der Umsetzung höher sind. Wenn alle für das Pooling geeigneten Ersatzteile gleich bei der Bildung des Poolings an das Zentrallager geschickt werden, um Vorteile der Alternativnutzung des eigenen Lagers sofort zu erzielen, ergeben sich zwei Nachteile. Erstens müssen zusätzliche Lieferkosten von den Unternehmen getragen werden, zweitens müsste das Zentrallager zu Beginn eine viel höhere Kapazität aufweisen als nachher bei verringerten Beständen in der Poolingkooperation nötig wäre.

Diese Umsetzung würde nur in jenem speziellen Fall sinnvoll sein, wenn man fest davon ausgehen kann, dass, sobald die überschüssigen Bestände verbraucht wurden, neue Unternehmen der Kooperation beitreten und so die Lagerfläche, die durch Bestandsverringerungen frei wird, wieder von der Poolingkooperation genutzt werden kann. Eine andere, ebenfalls kostentechnisch suboptimale Umsetzungsmöglichkeit für das physische Pooling wäre Folgende: Die Ersatzteile bleiben so lange im Lager, bis sie verbraucht sind und erst dann werden die nachbestellten Ersatzteile im Zentrallager aufbewahrt. Der Vorteil hierbei ist, dass es keine zusätzlichen Lieferkosten für den Transport der Pooling Teile zum Zentrallager gibt. Problematisch ist jedoch, dass zu Beginn das Zentrallager leer steht und sich nur langsam füllen wird, was kostentechnisch nicht effizient ist. Im Allgemeinen hat die Zentrallagerlösung das Problem, dass sie gegenüber dem virtuellen Lager mehr Wachstumsrestriktionen aufweist und damit die Skalierungseffekte, die eine besondere Stärke digitaler Plattformen darstellen, reziprok verloren gehen. Insofern bietet sich eine Ersatzteilkoopeation in Form einer

virtuellen Plattform an, um Bestandskosten zu senken und Einsparungen zu generieren (Kapitel 3.2).

6.4 Vorgehen zur Entscheidung über das Eingehen einer Kooperation

Will ein Unternehmen einer Poolingkooperation beitreten, muss es entstehende Eintrittskosten tragen. Die Kooperationsplattform und -partner prüfen den Beitritt und können über diesen abstimmen (Kapitel 5.3). Nach einer Aufnahme werden die Bestandshöhen der ausgewählten poolinggeeigneten Ersatzteile ermittelt und die Verteilung auf das Netzwerk ermittelt. Die Summe dieser Prozesskosten wird als Poolingeintrittskosten bezeichnet und muss nur einmalig bei Eintritt in die Poolingkooperation getragen werden. Außerdem muss in einer Poolingkooperation ein Beitrag erhoben werden, um die Kosten des Poolings zu decken. Als Kosten des Poolings werden hier die Kosten der Verhandlungen mit Herstellern, Kosten der Datenbank und der Bestandsplanung summiert. Die Herausforderung besteht darin, die Kosten so auf die Mitglieder der Kooperation zu verteilen, dass kein Trittbrettfahrerproblem entsteht und kein Unternehmen auf Kosten der anderen subventioniert wird. KARSTEN und BASTEN schlagen als Lösung eine Kostenverteilung proportional zu den Nachfrageraten der Ersatzteile des Poolings vor. Sie argumentieren, dass dadurch alle von der Kooperation profitieren und das Wachstum der Poolingkooperation gefördert werde [Kar-2014, S. 94]. Weitere Vorteile nach KARSTEN und BASTEN sind die einfache Implementierung dieses Kostenallokationssystems sowie die Motivation der Kooperationspartner, interne Informationen wahrheitsgemäß preiszugeben.

Wenn über die Bildung eines Poolings gesprochen wird, kann zwischen drei verschiedenen Phasen unterschieden werden, welche in Abbildung 6-1 skizziert sind.

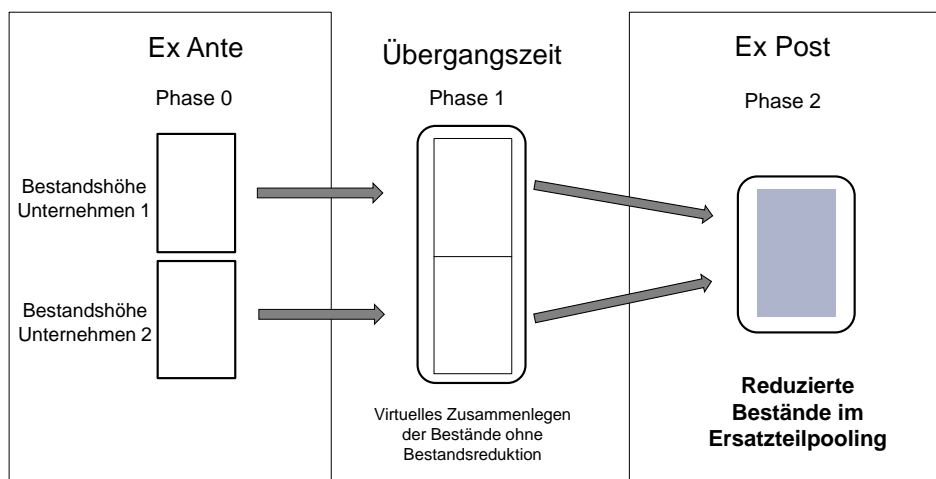


Abbildung 6-1: Phasen der Poolingbildung

Phase 0 beschreibt die Zeit, bevor ein Unternehmen der Poolingkooperation beigetreten ist. Phase 1 startet mit dem Eintritt in die Poolingkooperation und Phase 2 beginnt, sobald die Bestände auf die optimale Bestandshöhe gesunken sind. Die Übergangszeit der Phase 1 ist eine erfolgskritische Zeit des Poolings, da auf der einen Seite bereits zusätzliche Kosten in Form des Poolingbeitrags anfallen, sich jedoch gleichzeitig die Bestände nur langsam verringern. Folglich fallen noch einige Zeit höhere Lagerkosten als in Phase 2 an. Zu Beginn der Phase 1 tragen alle Unternehmen im Vergleich zu Phase 0 zusätzliche Kosten des Poolingeintritts. Die Bestände am Anfang von Phase 1 sind noch genauso hoch wie in Phase 0, somit werden die Bevorratungskosten noch nicht verringert. Zu Beginn der jeweiligen Kooperationsjahre wird zunächst geprüft, ob die Höhe des Ersatzteilbestandes der dem optimalen Ersatzteilbestand entspricht. Wenn der Bestand höher ist, befindet sich das Unternehmen noch in Phase 1, in der die Bestände abgebaut werden. Folglich werden keine Ersatzteile nachbestellt. Wenn der Bestand kleiner als die optimale Bestandshöhe ist, wird die Differenz der Ersatzteile nachbestellt und das Unternehmen befindet sich in Phase 2. In dieser Phase sind die Bevorratungskosten um die maximal mögliche Höhe gesunken. Außerdem haben die Unternehmen in Phase 2 den Vorteil, dass die Einkaufspreise der nachbestellten Ersatzteile wahrscheinlich niedriger sein werden, da die Plattform als Einkaufsgemeinschaft durch ihre Größe eine höhere Verhandlungsmacht hat und so niedrigere Preise mit den Herstellern aushandeln kann. Je weiter die Unternehmen ihre Bestände im Vergleich zu Phase 0 senken, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein benötigtes Ersatzteil nicht im eigenen Lager ist, sondern bei einem Partner bestellt werden muss. In diesem Fall kommen zusätzliche Lieferkosten hinzu, die es in Phase 0 nicht gibt. Durch das vorgestellte Phasenmodell und die Einordnung des Unternehmens in die unterschiedlichen Phasen kann die Entscheidung, einem Pooling beizutreten, erleichtert werden.

6.5 Wirtschaftlichkeitsbewertung der Kooperation

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde ein Kostenschema entwickelt. Da sich die am Pooling beteiligten Unternehmen hinsichtlich ihrer Eigenschaften unterscheiden, wurden diese für die Analysen in fünf Unternehmenstypen eingeteilt. Im Pool sind zudem exemplarisch 22 Ersatzteile vorhanden, welche sich hinsichtlich ihrer Eigenschaften wie beispielsweise Kosten oder Bedarf unterscheiden. Im Schema wurden außerdem Aspekte wie Größe, Gewicht und Pooling eignung der Ersatzteile, minimaler Lagerbestand, Lagerkosten, Lagerbestand im Pooling sowie Pooling eintrittskosten und jährliche Bewegung der Ersatzteile aufgelistet. Übergeordnetes Ziel des Kostenschemas ist die Identifikation von Einsparpotentialen oder Kostendifferenzen im Ersatzteilpooling gegenüber der Eigenbevorratung. Der Vorteil des Excel-Kostenschemas ist

die Möglichkeit einer Betrachtung des gesamten Pools für unterschiedliche Zusammensetzungen und Unternehmensgrößen über die Zeit. Zudem kann der Status quo der Wirtschaftlichkeit sowohl für einzelne Unternehmen, als auch für den gesamten Pool näher betrachtet werden. Möchte ein neues Unternehmen dem Pool beitreten oder ändert sich die Ersatzteilstruktur, kann dies ebenfalls analysiert werden. Des Weiteren können neue Ersatzteile hinzugefügt sowie deren Poolingeeignung bewertet werden. Insofern eignet sich das entwickelte Kostenschema, um poolingspezifische Änderungen abzubilden. Der Vorteil liegt dabei insbesondere in der Betrachtung auf Ersatzteilebene, aus Sicht der teilnehmenden Unternehmen, aber auch aus Sicht des gesamten Pools. Das Schema bildet die Grundlage für die im weiteren Verlauf des Projekts durchgeführten Berechnungen, zudem fand eine Prozesskostenrechnung Anwendung. Diese ermöglicht es, Gemeinkosten nach Beanspruchung der verschiedenen Prozesse den Kostenträgern zuzuweisen. Somit können diese bei steigenden Anteilen und zunehmender Komplexität der Gemeinkosten verursachungsgerecht verteilt werden [Fri-2010, S. 124; Hor-1989]. Dabei werden Teilprozesse in Hauptprozesse zusammengefasst, infolgedessen unternehmensübergreifende Prozesse und Kostentreiber betrachtet werden und somit die Wirtschaftlichkeitsbewertung in der Praxis erleichtert werden kann. Durch die Prozesskostenrechnung sollen Gemeinkostenbereiche hinsichtlich der Kosten transparent und steuerbar gemacht werden. Zudem gilt es, abteilungsübergreifende Prozesse (Hauptprozesse) und deren Einflussgrößen (Cost Driver) zu identifizieren und kostenmäßig zu bewerten. Des Weiteren werden Teilprozesse in einzelnen Kostenstellen und Abteilungen analysiert und zu Hauptprozessen zusammengefasst. Dadurch sollen Ineffizienzen aufgedeckt, Einsparungspotentiale gefunden, Maßnahmen definiert, Kalkulationen optimiert und strategische Entscheidungen unterstützt werden.

6.5.1 Betrachtung von Kosten und Nutzen

Um die Wirtschaftlichkeit eines Poolings bewerten zu können, wird im Folgenden eine Szenarioanalyse von Einflussfaktoren auf die Vorteilhaftigkeit des Poolings durchgeführt. Es werden unterschiedliche Variablen und deren Einfluss dargestellt. So werden Kostenersparnisse beispielhaft quantifiziert und können künftig zur Einordnung der Vorteilhaftigkeit herangezogen werden. Abbildung 6-2 zeigt die Veränderung des Anteils, zu welchem der Ersatzteilbestand verringert werden kann.

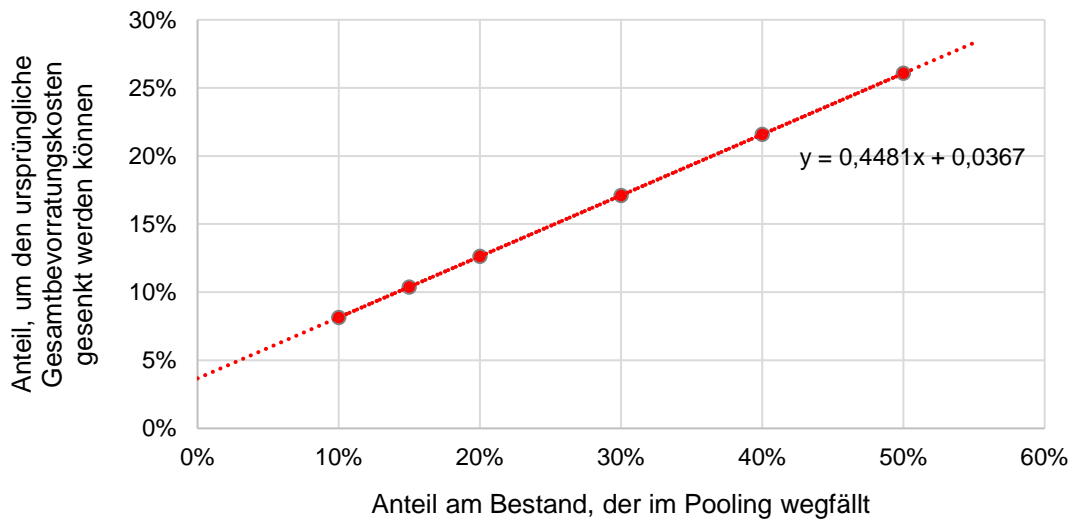


Abbildung 6-2: Veränderung des Anteils, zu dem der Ersatzteilbestand verringert werden kann¹

In der Poolingkooperation wird verhandelt, um wie viel Prozent die Unternehmen ihre eigenen Lagerbestände verringern können, um allen Partnern eine bestimmte, feste Ersatzteilverfügbarkeit gewährleisten zu können. Wie oben gezeigt, können die Bestände um einen größeren Anteil verringert werden, je mehr Unternehmen einer Poolingkooperation beigetreten sind. Für jeden weiteren Prozentpunkt, um welchen der Bestand der Pooling Ersatzteile verringert werden kann, können in Phase 2 die Kosten um eine Höhe von ungefähr 0,49 % der ursprünglichen gesamten Bevorratungskosten aller Ersatzteile aus Phase 0 verringert werden. Wenn als Basis nur die Bevorratungskosten der poolinggeeigneten Ersatzteile betrachtet werden, wäre der Prozentsatz an gesenkten Kosten ungefähr doppelt so hoch. Je höher der Anteil, um welchen der Ersatzteilbestand verringert werden kann, desto länger ist die Übergangszeit (Phase 1). Zum Beispiel wäre ein Unternehmen, welches seine Lagerbestände von poolinggeeigneten Teilen in der Kooperation um 20 % verringern kann, schon im fünften Jahr nach Poolingeeintritt in Phase 2, wohingegen ein Unternehmen mit Bestandsverringern um 50 % erst im neunten Jahr in Phase 2 angelangt.

Abbildung 6-3 zeigt die Veränderung des Prozentsatzes des Poolingbeitrags proportional zum Wert des bezogenen Ersatzteils aus einem Lager eines Kooperationspartners.

¹ Annahmen:

Bevorratungskostensatz: 15 %

Anschaffungsvorteile im Pooling: 10 %

Lieferkosten von Partner zu Partner: 80 €

Reduzierung des Bestandes der poolinggeeigneten Ersatzteile auf 60 %

Poolingteile, die pro Jahr bewegt werden: 10 %

Poolingbeitrag: 5 % des Wertes der vom Partner bezogenen Ersatzteile

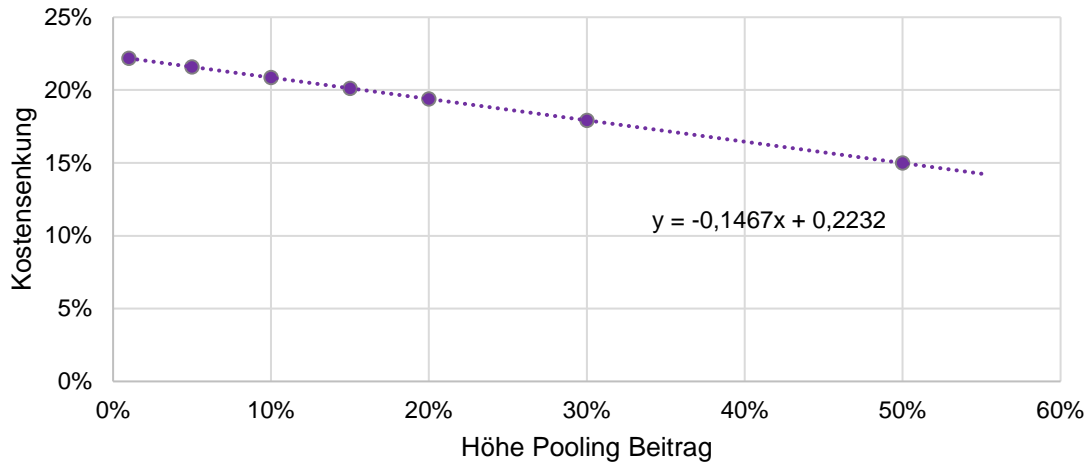


Abbildung 6-3: Veränderung des Poolingbeitragssatzes

Erhöht sich der Poolingbeitrag pro Wert des bestellten Ersatzteiles aus einem Lager eines Partners um 1 Prozentpunkt, so verringert sich die Kostensenkung in Phase 2 um circa 0,15 Prozentpunkte. Da ein großer Bereich der Kosten des Poolings leistungsmengenneutral ist, kann der Poolingbeitragssatz bei steigender Anzahl von Partnerunternehmen sinken und eine Poolingkooperation wird noch vorteilhafter. Es wird angenommen, dass die Poolingbeiträge unter 15 % liegen werden. Somit würden sich Unternehmen in Phase 2 in einem Bereich der Kostensenkungen zwischen 20,12 % und 22,32 % der ursprünglichen Bevorratungskosten befinden. Hohe Pooling-Beitragssätze werden aufgrund der leistungsmengenneutralen Kostenanteile nur bei einer kleinen Anzahl von Unternehmen im Ersatzteillpooling vorkommen. Abbildung 6-4 zeigt die Veränderung der Lieferkostenhöhe von Partner zu Partner.

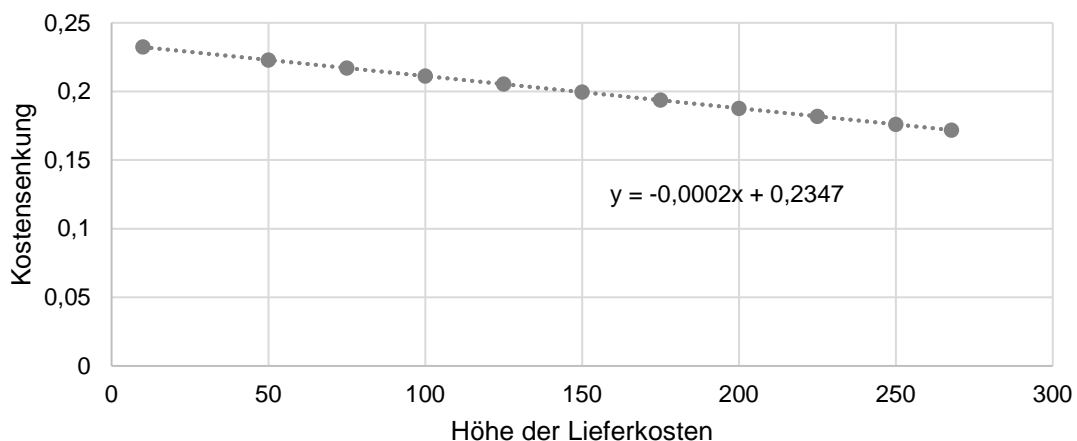


Abbildung 6-4: Veränderung der Lieferkostenhöhe von Partner zu Partner

Bei einem virtuellen Pooling müssen bei Bedarf Ersatzteile von einem Partner zum anderen transportiert werden. Es gilt, auf der digitalen Plattform eine gute Kooperation mit Speditionsunternehmen zu schließen, damit dies schnell, sicher und kosteneffizient ablaufen kann. Im schlechtesten Fall, wenn nichts zu Gunsten der Partner verhandelt werden konnte oder kein Speditionsunternehmen gefunden wird, das Kurzfahrttransporte von einzelnen Teilen kostengünstig anbietet, würde eine Fahrt bis zu 267,75 € kosten². Dennoch würde eine Ersatzteilkoooperation auch in diesem worst-case-Szenario wirtschaftlich sein, denn Unternehmen könnten ihre Kosten in Phase 2 um den Betrag von circa 16,90 % der ursprünglichen Gesamtbevorratungskosten senken. In dem Fall, in welchem der Transport ein Unternehmen 10 € kosten würde, können die Kosten in Phase 2 um ungefähr 23,23 % der Bevorratungskosten aus Phase 0 gesenkt werden. Wenn sich die Lieferkosten um 1 € erhöhen, dann verringert sich die Kostensenkung im Pooling um ungefähr 0,02 Prozentpunkte.

In Abbildung 6-5 ist die Veränderung des Bevorratungskostensatzes dargestellt.

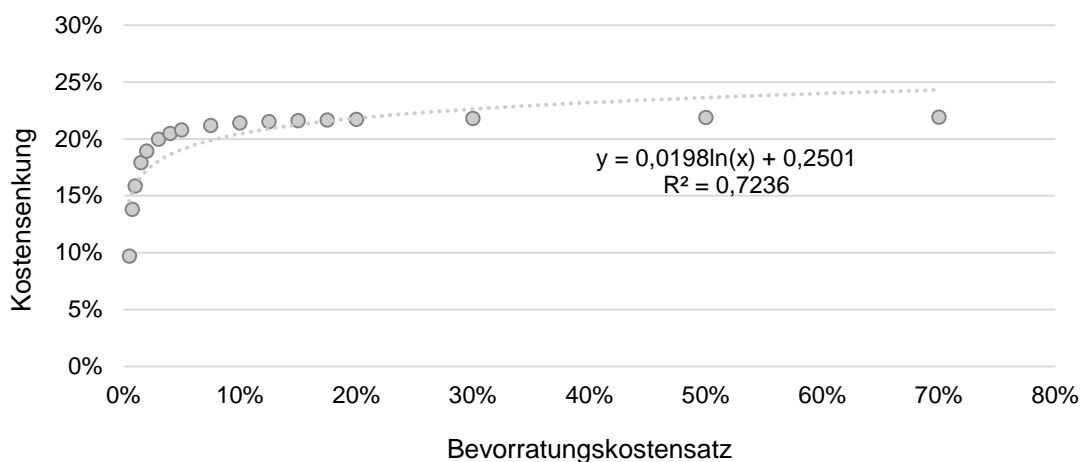


Abbildung 6-5: Veränderung des Bevorratungskostensatzes

Bei einem Bevorratungskostensatz kleiner als 1,4 % des Wertes der Ersatzteile sind die Kostenersparnisse über die ersten zehn Jahre noch kleiner als die zusätzlichen Kosten in Form des Poolingbeitrags und der Lieferung der beim Partner bestellten Teile. In diesem Fall wäre ein Eintritt in die Poolingkooperation nur wirtschaftlich, wenn das Unternehmen langfristig, über einen Horizont von einem Jahrzehnt hinaus, agiert. Bei einem Bevorratungskostensatz kleiner als 0,3 % würde eine Poolingkooperation auch auf lange Sicht mehr Kosten verursachen als die Situation ohne

² Entnommen aus dem Online-Rechner vom Kurierdienst Dienstleister Zipmend Express für eine Entfernung von unter 250km (<https://zipmend.com/>).

Kooperation und somit wäre ein Pooling in diesem Fall mit den verwendeten Standardkennzahlen nicht wirtschaftlich.

In Abbildung 6-6 ist die Veränderung der Anschaffungsvorteile bei Nachbestellung der Ersatzteile als Einkaufsgemeinschaft dargestellt.

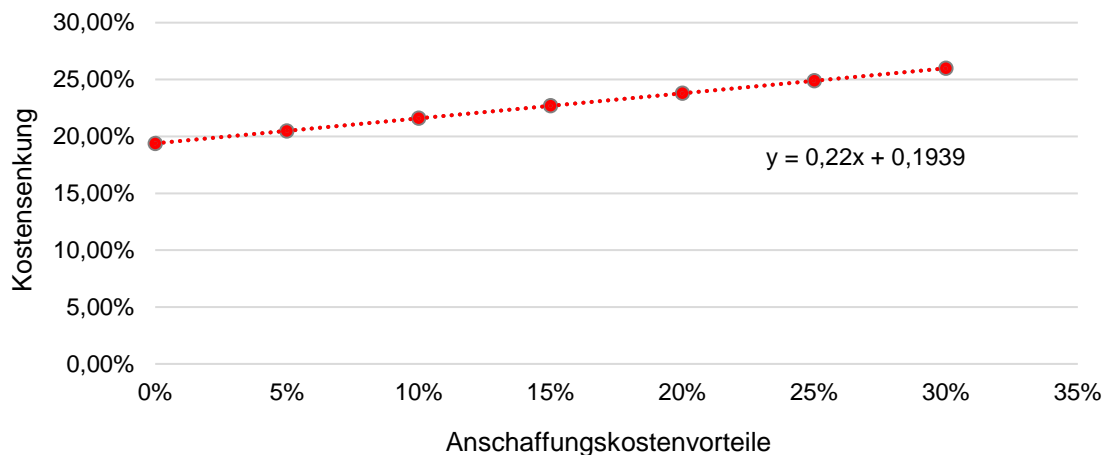


Abbildung 6-6: Veränderung der Anschaffungskostenvorteile bei Nachbestellung als Einkaufsgemeinschaft

Wenn die Kosten der Anschaffung von Ersatzteilen um 1 Prozentpunkt verringert werden können, dann können die gesamten Kosten in Phase 2 um 0,22 Prozentpunkte im Vergleich zu den Gesamtbevorratungskosten in Phase 0 gesenkt werden.

Wenn weniger Poolingteile pro Jahr bewegt werden als im projektbegleitenden Ausschuss des Forschungsprojektes ETKoop erhoben wurde,³ braucht es zunächst länger, bis das Eintrittsunternehmen Phase 2 erreicht. In Phase 2 angekommen bedeutet das jedoch auch, dass weniger Ersatzteile pro Jahr nachbestellt werden und somit die Unternehmen absolut gesehen pro Jahr weniger Kostenvorteile durch die Einkaufsgemeinschaft für sich beanspruchen können. Wenn der Anteil der bewegten poolinggeeigneten Teile pro Jahr circa 6 % überschreitet, balancieren sich die zusätzlichen Lieferkosten der häufiger bei einem Partner bestellten Ersatzteile und die Senkungen der Anschaffungskosten durch die Einkaufsgemeinschaft aus. Dies zeigt der horizontale Trend ab 6 %.

³ Durch die Analyse von Veränderungen der Ersatzteilbestände von Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses im Forschungsprojekt ETKoop wird geschätzt, dass im Durchschnitt 10 % der poolinggeeigneten Ersatzteile pro Jahr verbraucht werden.

6.5.2 Angepasstes Risikomanagement

Unter Risiko ist die „kalkulierte Prognose eines möglichen Schadens bzw. Verlustes im negativen Fall (Gefahr)“ zu verstehen [Ten-2019, S. 124]. Risiko kann als Gegenteil von Sicherheit bezeichnet werden. Möchte man ein Risiko beurteilen, müssen alle Gefährdungen unter Berücksichtigung möglicher Folgen und die Wahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens miteinbezogen werden. Führt man ein Unternehmen unter Beachtung aller Risiken und deren potentieller Beherrschung, spricht man von erfolgreichem Risikomanagement. Im Vordergrund steht dabei der planvolle und zielgerichtete Umgang mit Gefahren: Risiken sollen möglichst minimiert werden und Instrumente der Unternehmenssteuerung so eingesetzt werden, dass ungeplante Ereignisse möglichst vermieden werden. Bei der Implementierung und dem Ausbau eines Risikomanagements sollten Teilsysteme wie beispielsweise Das Controlling genutzt und erweitert werden. Der Risikomanagementprozess vollzieht sich zyklisch. So steht zu Beginn die Identifikation der Risiken im Vordergrund, um diese im Anschluss analysieren, bewerten, steuern und überwachen zu können. Zur erfolgreichen Umsetzung sollten diese Prozesse als kontinuierlicher Prozess in das Unternehmen integriert werden [Ten-2019, S. 126]. Für das betriebliche Risikomanagementsystem bestehen internationale Normen. Die ISO 31000 (Risk Management – Principles and Guidelines for Implementation) beinhaltet drei Prinzipien bezüglich des Risikomanagements. So soll dieses einerseits als Führungsaufgabe innerhalb eines Unternehmens verstanden werden. Andererseits soll ein Top-down Ansatz umgesetzt und möglichst alle unterschiedlichen Risiken eines Unternehmens berücksichtigt werden [Ten-2019, S. 144]. Nicht nur im Unternehmen an sich, sondern auch in der Kooperation zwischen Unternehmen muss Risikomanagement betrieben werden, um die teilnehmenden Unternehmen vor potentiellen Schäden abzusichern. Potentielle Schäden können beispielsweise durch fehlende bzw. mangelhafte Lieferungen oder Produktionsstillstand entstehen.

Ziel von Arbeitspaket 4 war unter anderem die Entwicklung eines angepassten Risikomanagements, durch welches es den Unternehmen der Poolingkooperation ermöglicht werden soll, kritische Erfolgsfaktoren zu identifizieren. Hierfür wurde im Rahmen des Projekts eine Gruppendiskussion mit Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses durchgeführt. Aufgabe war es dabei, mögliche kritische Erfolgsfaktoren zu identifizieren und potentielle Lösungsansätze zu diskutieren. Hierfür gibt Abbildung 6-7 einen Überblick. Die kritischen Erfolgsfaktoren können in die vier Cluster **Lieferbedingungen, laufende Kosten, Datenmanagement** und **sonstige Erfolgsfaktoren** unterteilt werden. Zu den Lieferbedingungen zählen vor allem Verfügbarkeiten und Servicezeiten, die Wiederbeschaffungszeit sowie Lieferzeiten der einzelnen Ersatzteile. Unter laufenden Poolingkosten sind Mitgliedsbeiträge, Versicherung sowie die Low-Cost Datenbank zu verstehen. Mit dem Datenmanagement sind eine eindeutige Identifizierung, Datenmenge und -modelle sowie ein zentrales Datenmanagement gemeint.

Letztlich gelten als sonstige Erfolgsfaktoren die Nutzung als Resterampe sowie die Beständigkeit der gelagerten Materialien.

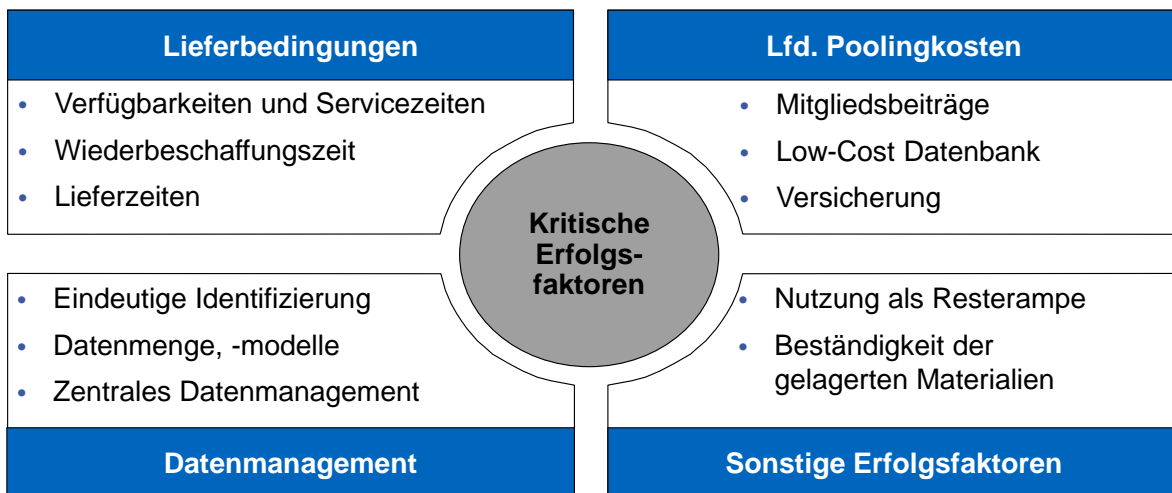


Abbildung 6-7: Auswertung kritischer Erfolgsfaktoren der Gruppendiskussion

6.5.3 Festlegung von Verrechnungspreisen

Der Begriff „Verrechnungspreis“ wurde von Eugen Schmalenbach bereits im Jahr 1903 geprägt. Innerhalb der Verrechnungspreisliteratur findet sich wiederholt das Dilemma der pretialen Lenkung. Die Bestimmung eines korrekten Verrechnungspreises erfordert die Lösung eines Problems unter Einbeziehung des Teilproblems, mit dem sich der eigentlich über Verrechnungspreise zu steuernde Bereich konfrontiert sieht. Infolgedessen besteht kein Steuerungsbedarf mehr, sofern die korrekten Verrechnungspreise ermittelt sind. Dieses Dilemma wurde mit dem Aufkommen der neuen Institutionenökonomik in den 1970er Jahren aufgelöst, da zunehmend auch Informationsasymmetrien innerhalb eines Unternehmens berücksichtigt wurden und Verrechnungspreise sinnvoll zur Entscheidungsfindung eingesetzt werden konnten [Sim-2017]. Verrechnungspreise beeinflussen einerseits die Steuerlast, andererseits die Nachfrage nach internen Leistungen und infolgedessen auch die Kosten. Außerdem können sie auf das Vertriebsverhalten und den Ertrag eines Unternehmens einwirken [Kle-2010].

Allgemein spielen Verrechnungspreise eine wichtige Rolle bei der Besteuerung eines Unternehmens sowie der internen Steuerung und Effizienz. Hinsichtlich des ersten Punktes ist es Aufgabe des Controllers, über steuerlich akzeptierte Verrechnungspreise informiert zu sein. Zudem können durch Verrechnungspreise Lieferbeziehungen und -mengen gestaltet und beeinflusst werden [Kle-2010]. Im Rahmen dieses Projekts sollten Verrechnungspreise für die im Pool vorhandenen Ersatzteile festgelegt werden. Hierzu wurde ein Vorgehen entwickelt. Notwendig ist insbesondere die Berücksichtigung der zum Einkaufspreis zusätzlichen Kosten, welche für die neuen Prozesse des Ersatzteilpoolings notwendig sind. Dazu zählen beispielsweise Kosten für

Lagerhaltung oder Qualitätskontrollen, welche durch eine prozessorientierte Kostenrechnung ermittelt werden. Verrechnungspreise sind notwendig, damit Unternehmen, welche häufig auf Ersatzteile zugreifen, im Vergleich zu den anderen Poolingteilnehmern nicht überproportional profitieren. Insofern werden auf die Kosten des Ersatzteils sowohl die Lieferkosten als auch 10 % des Werts des Ersatzteils aufgeschlagen. Mithilfe dieser Verrechnungspreise wird beispielsweise sichergestellt, dass Poolingteilnehmer mit einem großen Lagerbestand an Ersatzteilen keine vergleichsweise hohen Verluste machen.

6.5.4 Versicherungstechnische Fragestellungen

Sicherheit und Absicherung von Gütern oder anderen (subjektiven) Wertgegenständen sind insbesondere in der deutschen Kultur von großer Relevanz. Mit einem Versicherungsvertrag geht die Gewissheit oder Hoffnung einher, im Schadensfall abgesichert zu sein und den Verlust zumindest finanziell erstattet zu bekommen. Insbesondere für Akteure aus der Industrie stellen Versicherungen eine problematische Angelegenheit dar, da sie aufgrund der negativ konnotierten Themen wie Risiken oder potenziellen Schadensfällen bevorzugt verdrängt werden [Mik-2005, S. 13]. Dennoch ist eine adäquate Versicherung für Unternehmen unerlässlich, um im Schadensfall nicht von negativen Folgen wie Sachschäden, Kundenabwanderung oder Image-Schäden betroffen zu sein. Es gibt zwei Möglichkeiten für ein Unternehmen, sich zu versichern. Erstens kann das Risiko an einen anderen Akteur, beispielsweise einen Lieferanten, durch vertragliche Bindung transferiert werden. Zweitens kann das Risiko durch das Zahlen einer Risikoprämie an einen Versicherer abgegeben werden, welcher im Schadensfall zahlt [Mik-2005, S. 15]. Daraus wird deutlich, dass Versicherungen als Teil des Risikomanagements angesehen werden können.

Aufgrund dessen sollen nun versicherungstechnische Fragestellungen innerhalb des Ersatzteilpoolings näher betrachtet werden. Der Standardfall (Abbildung 6-8) besteht darin, dass Unternehmen A einen Bedarf nach einem Ersatzteil hat und dieses von Unternehmen B geliefert wird. Anschließend kann ein Ersatzteil bei Lieferant A nachbestellt werden. In diesem Rahmen ergeben sich Fragen bezüglich Haftung und Versicherungsschutz, der Absicherung von Ausfallschäden oder Mängel am Endprodukt durch Produktionsstillstand. Zudem stellt sich die Frage, ob Unternehmen B nur als Händler oder auch als Produzent anzusehen ist, ob sich Unternehmen B bei Unternehmen A schadlos halten kann und wie sich Unternehmen B gegen eine Mängelhaftung versichern kann. Letztlich muss ebenso ermittelt werden, ob es sinnvoll ist, dass sich die Plattform als eigene Rechtspersönlichkeit gründet, um die Haftung z. B. als ARGE oder GmbH besser regulieren zu können.

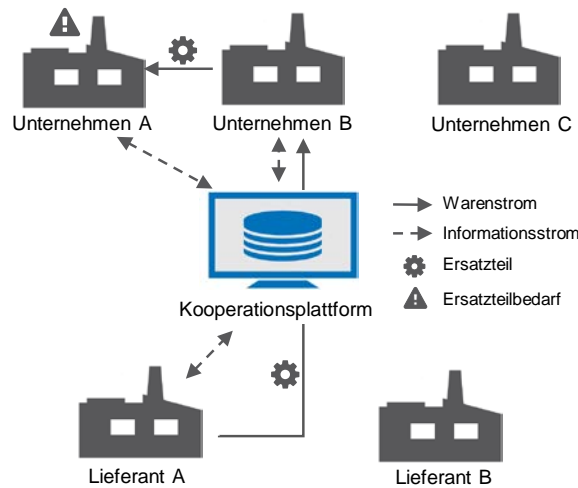


Abbildung 6-8: Standardfall des Ersatzteillpoolings

Diese Fragestellungen sind partiell absicherbar. Im Kern stehen dabei Fragen, welche sich mit der Regelung von Innen- und Außenverhältnissen befassen. Es geht dabei insbesondere um die Haftung bei Mängeln (Lieferant vs. Poolunternehmen) sowie Versicherungen, welche für „poolverursachte Schäden“ aufkommen. Gelöst werden können diese Fragestellungen durch eine „neue“ juristische Person, welche durch den Poolbetreiber vertreten werden kann (Abbildung 6-9). Hierfür ist es notwendig, dass der Poolbetreiber eine Poolinggesellschaft gründet, welche als juristische Person nach Außen auftritt. Ihre Funktionen umfassen dabei insbesondere den Aufbau einer Haftpflichtversicherung für Betriebsausfälle, die Bestellsammlung für Skaleneffekte sowie die Möglichkeit, als haftende Persönlichkeit wie ein Zwischenhändler zu fungieren und die Haftung zu begrenzen. Zudem werden durch die Poolinggesellschaft ebenso die Innenverhältnisse zwischen den Poolingpartnern geregelt. Dies umfasst im Grunde folgende Funktionen. Durch AGB werden Unternehmen intern verpflichtet und entlastet, die Lagerqualität wird definiert und bei der Einhaltung ein interner Haftungsausschluss verfolgt.

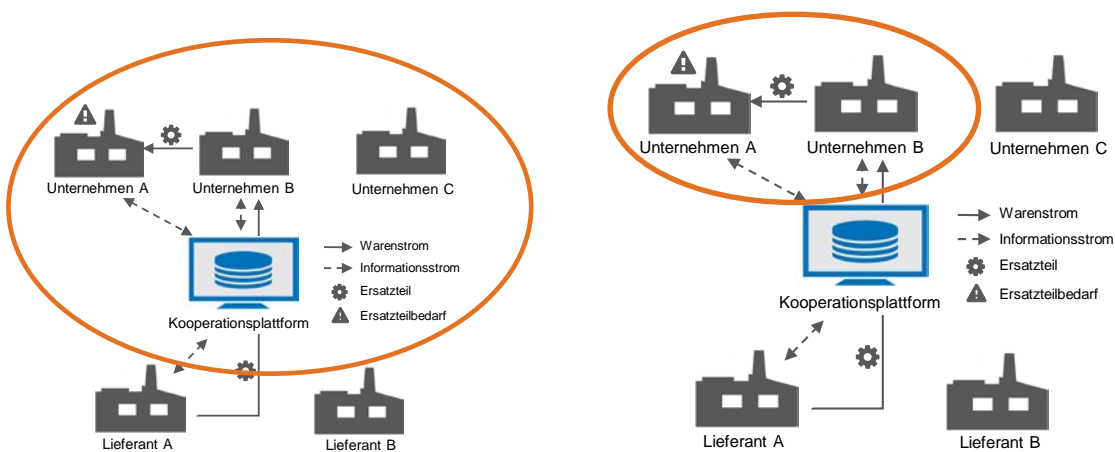


Abbildung 6-9: Gründung einer Poolinggesellschaft

6.6 Kennzahlen zur Steuerung des Ersatzteilpoolings

Des Weiteren war es Ziel des Arbeitspakets 4, Kennzahlen zur Steuerung des Ersatzteilmanagements zu identifizieren. Im Rahmen der angestrebten Kooperationsbeziehung werden Kennzahlen abgeleitet, die es den Partnern ermöglichen sollen, frühzeitig zu erkennen, ob das Ersatzteilpooling die Zwecke erfüllt, die mit seiner Schaffung beabsichtigt wurden.

Unter einer Kennzahl ist eine quantitative Größe zu verstehen, die ökonomische Sachverhalte in verdichteter Form darstellt. Dabei erfüllt sie hauptsächlich drei Zwecke. Erstens dient sie dazu, wirtschaftliche Sachverhalte schnell und komprimiert zu beschreiben, sie hat daher einen Informationscharakter. Zweitens können durch sie Zielgrößen für wirtschaftliche Sachverhalte vorgegeben werden. Drittens können die Zielvorgaben der wirtschaftlichen Sachverhalte durch Kennzahlen kontrolliert werden [Spr-2009]. Im Gegensatz zu den bekannten Kennzahlen, die für die Wertschöpfung der Unternehmen ohne plattformbasiertes Geschäftsmodell konzipiert sind, stehen bei plattformbasierten Unternehmen neue Leistungsdimensionen im Vordergrund. Die Wertschöpfungsform in einem klassischen Unternehmen folgt einer linearen Abfolge an Aktivitäten in eine Richtung, während die Wertschöpfungsform im digitalen Unternehmen einem kontinuierlichen Prozess mit Ausschöpfung von Netzwerkeffekten folgt. Des Weiteren bewegt sich die Wertgenerierung in einem nicht-plattformbasierten Unternehmen in eine Richtung. Die Möglichkeit zur Beeinflussung und Steuerung liegt aber im Unternehmen bzw. in der Supply Chain. In digitalen Unternehmen hingegen erfolgt die Wertgenerierung durch Interaktion der externen Plattformakteure. Die Möglichkeit, Einfluss zu nehmen liegt außerhalb des direkten Einflussbereichs des Plattformbetreibers. Die Optimierung und Nutzenmaximierung gestalten sich in klassischen Unternehmen wie folgt: Prozessoptimierung in den aufeinander folgenden Wertschöpfungsstufen und der Fokus auf die Maximierung des Kundennutzens. Die Optimierung bei digitalen Unternehmen zielt auf die Interaktionen zwischen den einzelnen Plattformakteuren ab. Zudem steht die Maximierung des Plattformnutzens im Mittelpunkt.

Grundsätzlich kann jedes Ziel oder jede Maßnahme operationalisiert und gemessen werden. Die klare Definition der entsprechenden Ziele und Maßnahmen ist genauso wichtig wie die Erfüllung von bestimmten Anforderungen hinsichtlich der Kennzahlen. Bei der Auswahl nach der passenden Kennzahl sind insgesamt sechs Kriterien zu beachten: Validität, Objektivität, Reliabilität, Beeinflussbarkeit, Manipulationsfreiheit und Wirtschaftlichkeit [Spr-2009]. Jedes dieser Kriterien deckt eine Dimension ab, die für die Stabilität einer Kennzahl von Relevanz ist. Das Kriterium Validität befasst sich mit der Frage, ob der Sachverhalt, den die Kennzahl messen soll, auch erfasst wird. Objektivität überprüft die Verständlichkeit der Kennzahl für Dritte während die Reliabilität

die Zuverlässigkeit der Messung kontrolliert. Das Kriterium Beeinflussbarkeit beschreibt, ob eine Kennzahl überhaupt beeinflusst werden kann. Die Manipulationsfreiheit beschäftigt sich mit der Frage, ob Kennzahlen nur so beeinflusst werden können, dass es für Dritte nachvollziehbar ist. Das letzte Kriterium bildet die Wirtschaftlichkeit. Diese überprüft, ob der Nutzen die mit der Messung im Zusammenhang stehenden Kosten übertrifft. Ferner ist nach der Auswahl der Kennzahl unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien die Akzeptanz der beteiligten Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Zudem muss die Frequenz, in welcher die Kennzahl erhoben werden soll, festgelegt werden.

Für eine digitale Plattform ist neben den Faktoren Skalierung, Steuerungsmechanismen und Pricing der Faktor Performance Measurement von Wichtigkeit für Planung, Steuerung und Kontrolle. Performance Measurement beschreibt die Messung der Leistung einer digitalen Plattform mittels Kennzahlen. Die veränderte Leistungsgrundlage, wie oben bereits beschrieben, bedeutet für das Performance Measurement eine Abkehr von traditionellen Kennzahlen hin zu neuen Kennzahlen, die für plattformbasierte Unternehmen entwickelt wurden (Abbildung 6-10).

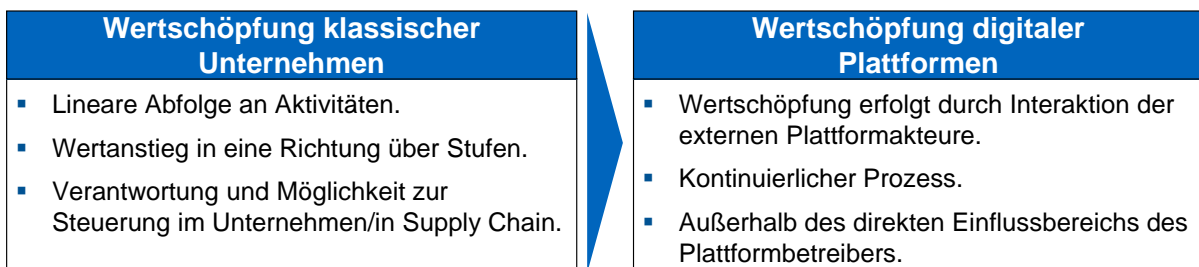


Abbildung 6-10: Veränderte Wertschöpfung digitaler Plattformen

Digitale Plattformen durchlaufen verschiedene Entwicklungsphasen und damit verbunden ergeben sich verschiedene Performance Measurements in den jeweiligen Phasen. In der sogenannten Start-up-Phase sind die klassischen Kennzahlen nicht geeignet und werden ersetzt durch Kennzahlen wie den Initial Level of Interest oder den Ongoing Level of Interest. Während der Wachstumsphase erweitert sich die Liste der möglichen Kennzahlen um den Interaktionsfluss, die Wachstumsrate auf Basis der Anzahl der Nutzer sowie die Wachstumsrate auf Basis des Umsatzes. Am Ende der Wachstumsphase finden die klassischen Kennzahlen wieder ihre Anwendung. Im Folgenden werden mögliche Kennzahlen beschrieben, die im Speziellen die Poolingbetreiber-Sicht berücksichtigen. Insgesamt handelt es sich um fünf Kennzahlen: Initial Level of Interest, Ongoing Level of Interest, Interaktionsfluss (Aktive Nutzerrate), Wachstumsrate auf Basis der Anzahl der Nutzer und Wachstumsrate auf Basis des Umsatzes.

Folgende Faktoren sind für die Planung, Steuerung und Kontrolle digitaler Plattformen entscheidend:





Skalierung 	Digitale Plattformen müssen schnell eine große Anzahl an Nutzern für ihr Geschäftsmodell gewinnen und sie an sich binden.
Steuerungsmechanismen 	Spezifische Steuerungsmechanismen sind essenziell für den erfolgreichen Betrieb digitaler Plattformen.
Pricing 	Die Preis- und Nutzungsmodelle digitaler Plattformen unterscheiden sich wesentlich von den traditionellen Preis- und Nutzungsmodellen.
Performance Measurement 	Digitale Plattformen benötigen neue Kennzahlen und folglich neue Performance Measurement Systeme, um ihre Leistung zu messen.

Abbildung 6-11: Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen

Der Initial Level of Interest (ILI) ist eine Möglichkeit, das Interesse zu messen und bietet sich zudem an, das mögliche Potential zu erfassen. Das ILI ist hinsichtlich der Datenerfassung und Berechnung relativ einfach, gestaltet sich jedoch bei der Interpretation der Ergebnisse als schwierig [Cho-2015, S. 25ff].

$$ILI = \frac{\text{positive Rückmeldungen}}{\text{angesprochene Personen}} * 100 \quad (6-1)$$

Der Ongoing Level of Interest (OLI) eignet sich am besten, wenn der Erfolg einer Geschäftsidee von wiederholten Käufen oder der fortlaufenden Nutzung der Kunden abhängig ist. Die Darstellung des OLI erfolgt optimaler Weise durch ein zeitbasiertes Diagramm, welches auch Trendanalysen ermöglicht.

$$OLI = \frac{\text{aktive Nutzer}}{\Delta t_i} \quad (6-2)$$

Des Weiteren existiert im Rahmen der möglichen Leistungserfassungen für Pooling-Betreibersicht die Kennzahl Interaktionsfluss. Diese befasst sich mit der aktiven Nutzerrate, denn eine hohe aktive Nutzerrate (sowohl für Anbieter als auch Nachfrager) bildet die Basis für die Möglichkeit von wertstiftenden Interaktionen für die Plattformakteure [Par-2016].

$$\text{Aktive Nutzerrate} = \frac{\text{aktive Nutzeranzahl}}{\text{Gesamtnutzeranzahl}} \quad (6-3)$$

Die letzten beiden Kennzahlen befassen sich mit der Wachstumsrate, aber auf einer jeweils anderen Grundlage. Die Wachstumsrate, mit der Anzahl der Nutzer als Basis (WR1), kann als Hinweis auf unterschiedliche monetäre Merkmale verwendet werden.

$$WR1 = \frac{\text{Nutzer aktuelle Periode}}{\text{Nutzer Vorperiode}} \quad (6-4)$$

Diese Kennzahl ermöglicht beispielsweise die Bestimmung der Zunahme der Nutzeranzahl einer Plattform im Vergleich zur vorherigen Periode.

Die Kennzahl, die sich auf den Umsatz bezieht (WR2), kann für das Wachstum des Umsatzes einer Plattform zur vorherigen Periode angewendet werden.

$$WR2 = \frac{\text{Umsatz aktuelle Periode}}{\text{Umsatz Vorperiode}} \quad (6-5)$$

Den fünf Kennzahlen, die für die Pooling-Betreibersicht konzipiert sind, stehen vier Kennzahlen, welche die Sicht der poolingbeteiligten Unternehmen erfassen, gegenüber. Die erste Kennzahl beschreibt das Qualitätsniveau im Pool und gibt an, wie viele der gelieferten Ersatzteile die geforderte Qualität erfüllen. Es dient als Indikator für die Organisation des Pools und der Haftungsfragen.

$$Q = \frac{\text{gelieferter Ausschuss}}{\text{Poolumschlag}} \quad (6-6)$$

Von entscheidender Bedeutung für die beteiligten Unternehmen innerhalb der Ersatzteilkoooperation sind die Lagerkostensparnisse. Die Lagerkostensparniskennzahl ist das zentrale Element, um die Kostenvorteile aus einem Pooling abzuleiten.

$$LGES = \frac{\text{Lagerkosten PGET im Pooling}}{\text{Lagerkosten zu internem Lagerkostensatz}} \quad (6-7)$$

Die Anzahl poolinggeeigneter Ersatzteile dient als Indikator, ob ein Unternehmen einem Pooling beitreten soll oder nicht. Sie zeigt die Kostenverteilung auf und ermöglicht somit die Kontrolle für große Unternehmen.

$$PGET_{\text{Anzahl}} = \frac{\text{Anzahl poolinggeeignete Ersatzteile (PGET)}}{\text{Anzahl der poolinggeeigneten ET im Pool}} \quad (6-8)$$

Im Vergleich dazu ist ebenso die Kennzahl der Vermittlungsqualität (*sales conversion rate*) von großer Relevanz für die an der Kooperation beteiligten Unternehmen. Diese gibt an, inwieweit Anbieter und Nachfrager entsprechend ihrer Suchanfragen geeignete Angebote erhalten. Je höher der Wert dieser Kennzahl, desto geeigneter die bereitgestellten Angebote. Um diese Kennzahl zu erhalten, werden die zur Interaktion führenden Suchanfragen durch die Gesamtzahl aller Suchanfragen dividiert.

$$\text{Sales conversion rate} = \frac{\text{Suchanfragen, die zu Interaktion führen}}{\text{Alle Suchanfragen}} \quad (6-9)$$

Tabelle 6-1 zeigt Kennzahlen, welche sowohl aus Sicht des Pools als auch aus Betreibersicht genutzt werden können. Bezüglich der Anzahl der Ersatzteile je Unternehmen sowie der Bestellungen im Pool je Unternehmen muss die Kennzahl jeweils spezifisch für jedes Unternehmen ausgewählt werden. Hinsichtlich des Umsatzes durch Poolingbeiträge für den „Poolbetreiber“ sind die Umsätze der Poolingbeiträge relevant. Das Verhältnis der Anzahl von poolinggeeigneten Ersatzteilen (PGET) gegenüber den PGET im Pool errechnet sich anhand der Differenz aus der Anzahl PGET des neuen Unternehmens und der Anzahl PGET im Pool.

Tabelle 6-1: Kennzahlen aus Sicht des Pools bzw. Betreibersicht

Kennzahlen aus Sicht des Pools bzw. Betreibersicht	
Anzahl Ersatzteile je Unternehmen	Kennzahl spezifisch für jedes Unternehmen
Bestellung im Pool je Unternehmen	Kennzahl spezifisch für jedes Unternehmen
Umsatz durch Poolingbeiträge für den „Poolbetreiber“	Umsätze der Poolingbeiträge
Verhältnis der Anzahl PGET gegenüber PGET Pool (55 %)	$\frac{\text{Anzahl PGET neues Unternehmen}}{\text{Anzahl PGET Pool}}$

Bewertung der Kennzahlen

Um das Ersatzteilpooling zu steuern, können Kennzahlen abgeleitet werden. Anhand derer kann frühzeitig erkannt werden, ob das Ersatzteilpooling die mit seiner Schaffung beabsichtigten Zwecke erfüllt. Bei der Auswahl einer geeigneten Kennzahl sind die sechs Kriterien Validität, Objektivität, Reliabilität, Beeinflussbarkeit, Manipulationsfreiheit und Wirtschaftlichkeit zu beachten (Abbildung 6-12).



Abbildung 6-12: Kriterien zur Bewertung von Kennzahlen

Um Performance Measurement durchführen zu können, sind für plattformbasierte Unternehmen spezielle Kennzahlen von Nöten, welche bereits näher vorgestellt wurden. Dabei wurde in Kennzahlen für die Sicht der Poolingbetreiber und Kennzahlen für die Sicht der beteiligten Unternehmen innerhalb der Ersatzteilkooperation unterschieden. Zudem wurden Kennzahlen für beide Sichtweisen vorgestellt. Um die Eignung der vorgestellten Kennzahlen hinsichtlich des Ersatzteilpoolings zu evaluieren, wurde den Mitgliedern des proktbegleitenden Ausschusses ein Fragebogen zur Bewertung der Eignung der vorgestellten Kennzahlen für ein Ersatzteilpooling hinsichtlich der sechs Kriterien vorgelegt. Jedes Kriterium konnte mit einem Punktwert von 1 bis 3 bewertet werden. Der Wert 1 bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das jeweilige Kriterium nicht gegeben ist, während es bei einem Wert von 2 als teils gegeben und dem Wert 3 als nicht gegeben eingeschätzt wird. Im Anschluss an die Befragung wurde die Summe aus den Werten, mit denen die jeweiligen Kriterien bewertet wurden, gebildet, um so einen Durchschnittswert zu errechnen. Der maximale Wert, den eine Kennzahl auf Grundlage der dargestellten Kriterien erreichen kann, ist folglich 18. Bei der Befragung von zehn Mitgliedern wurde in Kennzahlen aus Sicht des Pools bzw. aus Betreibersicht (Tabelle 6-2) sowie in Kennzahlen aus Sicht der beteiligten Unternehmen (Tabelle 6-3) unterschieden. Im Anschluss an die Befragung wurde für jede Kennzahl ein Durchschnittswert errechnet, welcher aufzeigt, welche Kennzahlen je nach Betrachtersicht bevorzugt eingesetzt und für die laufende Plattform herangezogen werden sollten.

Tabelle 6-2: Durchschnittswerte der Kennzahlenbewertung aus Sicht der Betreiber

Kennzahlen	Durchschnittswert
Wachstumsrate (Umsatz) (WR2)	13,3
Wachstumsrate (Anzahl der Nutzer) (WR1)	13,2
Ongoing Level of Interest	12,7
Aktive Nutzerrate/Interaktionsfluss	12,4
Initial Level of Interest	11,5

Aus den Ergebnissen der Kennzahlen aus Betreibersicht (Tabelle 6-2) ist zu entnehmen, dass die Befragten bei der Kennzahl der Wachstumsrate auf Basis des Umsatzes bzw. auf Basis der Anzahl der Nutzer die höchste Erfüllung der genannten Kriterien sehen, was sich in den durchschnittlichen Werten von 13,3 bzw. 13,2 zeigt. Im Vergleich dazu sind die Kennzahlen Ongoing Level of Interest und Interaktionsfluss mit einem Durchschnittswert von 12,7 bzw. 12,4 schlechter bewertet worden. Die Kennzahl des Initial Level of Interest weist mit einem durchschnittlichen Wert von 11,5 die schlechteste Bewertung hinsichtlich der genannten Kriterien auf.

Tabelle 6-3: Durchschnittswerte der Kennzahlenbewertung aus Sicht der beteiligten Unternehmen

Kennzahlen	Durchschnittswert
Vermittlungsqualität	14,1
Qualitätsniveau	13,1
Lagerkostensparnis	12,6
Anzahl poolinggeeigneter Ersatzteile	12,4

Aus Sicht der beteiligten Unternehmen wird die Kennzahl der Vermittlungsqualität mit einem durchschnittlichen Wert von 14,1 am höchsten bewertet. Darauf folgen das Qualitätsniveau mit einem Wert von 13,1 sowie die Kennzahl Lagerkostensparnis mit 12,6. Als Kennzahl mit der schlechtesten Bewertung hinsichtlich der betrachteten Kriterien wurde im Rahmen der Befragung die Kennzahl der Anzahl poolinggeeigneter Ersatzteile mit einem durchschnittlichen Wert von 12,4 identifiziert.

Nach der Etablierung der Kennzahlen, die bislang entwickelt wurden, wurden in einer ersten Validierung des Demonstrators weitere Kennzahlen eingefügt. Die Teilnehmer des projektgleitenden Ausschusses haben in einer Gruppendiskussion weitere Kennzahlen zur Beurteilung im Dashboard des Demonstrators für sinnvoll erachtet. Diese zusätzlichen Kennzahlen sind die Anzahl der kooperativ bevorrateten Ersatzteile, der Anteil der im Pool gelagerten Teile der beteiligten Unternehmen und der Bestellverlauf über die Zeit. Die Anzahl der bevorrateten Ersatzteile sagt aus, wie viele Teile im Pool vorhanden sind. Der Bestellverlauf über die Zeit sagt aus, wie viele Ersatzteile ein Unternehmen über die Zeit im Pool bestellt hat und wie viele es aus Eigenbevorratung bezogen hat. Der prozentuale Anteil gelagerter Ersatzteile zeigt an, wie viele Ersatzteile die unterschiedlichen Unternehmen im Pool gelagert haben. Die Darstellung dieser Kennzahlen ist exemplarisch in Kapitel 7.6.4 abgebildet.

Durch die im Rahmen dieses Arbeitspakets durchgeführte Analyse von Kosten und Nutzen wird Unternehmen ein Vorgehen zur Entscheidung über das Eingehen einer Kooperation an die Hand gegeben. Zudem wurden wichtige Faktoren wie ein angepasstes Risikomanagement, die Festlegung von Verrechnungspreisen oder versicherungstechnische Fragestellungen vorgestellt. Durch die Bewertungsvorlage sowie geeignete Kennzahlen soll es den Partnern der Kooperation ermöglicht werden, frühzeitig zu erkennen, ob das Ersatzteilpooling die beabsichtigten Zwecke erfüllt. Bei der zu Beginn des Arbeitspakets durchgeführten Betrachtung der Kostenentwicklung des Poolings kann im Rahmen dieses Projekts davon ausgegangen werden, dass sich der Ersatzteilbestand reduziert. Des Weiteren können durch Anschaffungsvorteile innerhalb des Poolings Kosteneinsparungen generiert werden. Hinsichtlich dieser sowie

des Bevorratungskostensatzes ist ein Pooling für Unternehmen allerdings nur langfristig rentabel. Nachdem Bewertung und Steuerung des Ersatzteilpoolings in Arbeitspaket 4 anhand der oben genannten Punkte ausführlich behandelt wurden, ist es Ziel von Arbeitspaket 5, eine Kooperationsplattform für das Ersatzteilpooling zu entwickeln.

7 Entwicklung einer Kooperationsplattform für ein Ersatzteilpooling

Verfasser: Yannic Hafner

Das zentrale Element zur Steuerung des Ersatzteilpoolings ist die Kooperationsplattform. Auf dieser kann beispielsweise der gemeinsame virtuelle Ersatzteilbestand eingesehen und der Bestellprozess im Bedarfsfall ausgelöst werden. Auf der Plattform nehmen die Unternehmen jeweils die Rolle eines beziehenden und liefernden Unternehmens ein. Im Rahmen des aktuellen Arbeitspakets wird eine Kooperationsplattform definiert und programmiert.

Die folgenden Ergebnisse sind somit Gegenstand des aktuellen Kapitels und wurden erarbeitet:

- (1) Definition der Anforderungen an die Kooperationsplattform
- (2) Erstellung eines Datenbankkonzepts mittels semantischer Datenmodellierung
- (3) Auswahl einer Programmiersprache
- (4) Entwicklung eines funktionsfähigen Software-Demonstrators in Form einer Datenbank mit Web-Front-End

7.1 Angewendete Methoden

Als Grundlage zur Entwicklung der Kooperationsplattform wurde ein relationales Datenbanksystem entworfen.

Relationales Datenbanksystem

Zur Verwaltung größerer Datenmengen eignen sich relationale Datenbanksysteme, die Informationen in miteinander verknüpften Tabellen („Relationen“) strukturiert speichern [Kle-2005, S. 7]. Relationale Datenbanksysteme bieten eine deskriptive Sprache zur Datenbeschreibung und -manipulation und bestehen aus einer Speicherungs- und Verwaltungskomponente [Mei-2010, S. 10]. In der Speicherungskomponente sind alle Daten und Beziehungen in Tabellen abgespeichert. Die Verwaltungskomponente wiederum enthält insbesondere die Datendefinitionssprache zur Datenmanipulation und beispielsweise Datenwiederherstellung im Fehlerfall. Beispiele relationaler Datenbanken sind MySQL, DB2 und Oracle [Ste-2014, S. 65].

Relationale Datenbanksysteme weisen u. a. folgende Eigenschaften auf [Mei-2010, S. 10f.]:

- Unabhängigkeit zwischen Datenorganisation und Anwendungsprogrammen
- Möglichkeit der gleichzeitigen Nutzung durch mehrere Benutzer
- Gewährleistung der Datenkonsistenz und -integrität
- Etablierter Standard für Datenbanken

Um die Daten strukturiert speichern und eindeutig identifizieren zu können, werden Schlüssel benötigt. Jede Tabelle besitzt hierfür einen Primärschlüssel, über welchen auf weitere Tabellen referenziert werden kann [Str-2008, S. 58]. Wenn einzelne Tabellen miteinander verknüpft sind, korrespondiert mindestens ein Datensatz aus den jeweiligen Tabellen.

Die Eigenschaften relationaler Datenbanksysteme begünstigen einen Einsatz im Rahmen des Forschungsprojekts, da hier insbesondere eine Datenkonsistenz und die Möglichkeit des zeitgleichen Zugriffs mehrerer Benutzer erforderlich ist. Im Folgenden wird daher ein relationales Datenbanksystem zur Speicherung der Daten verwendet.

7.2 Anforderungen an die Kooperationsplattform

Die Kooperationsplattform ist das zentrale Element zur Steuerung der Kooperation. Folgende Funktionen und Aufgaben werden dazu in der Plattform abgebildet:

Tabelle 7-1: Funktionen und Aufgaben der Kooperationsplattform

Funktion	Aufgaben
Verwaltung des gemeinsamen Ersatzteilbestands	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Registrierung neuer Ersatzteile ▪ Bestandsverwaltung für bevorratete Ersatzteile ▪ Bestellung benötigter Ersatzteile ▪ Bearbeitung und Tracking ausstehender Bestellungen
Steuerung und Dokumentation erforderlicher Workflows	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hinzufügen neuer Benutzer für bestehende Unternehmen
Integration neuer Kooperationspartner	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prüfung der Eignung eines Ersatzteilspektrums ▪ Initiieren der Beitrittsanfrage mit passenden Ersatzteilen ▪ Anlegen neuer Unternehmen ▪ Abstimmung über Beitrittsanfragen
Bewertung der Kooperation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tracking der relevanten KPI

Zur Abbildung der Funktionen sind folgende Anforderungen erforderlich:

- (1) Zeitgleicher Zugriff mehrerer Personen auf die Kooperationsplattform und den Ersatzteilbestand
- (2) Gewährleistung eines orts- und softwareunabhängigen Zugriffs
- (3) Skalierbarkeit und Speicherung großer Datenmengen
- (4) Datenkonsistenz
- (5) Benutzerauthentifizierung über verschlüsselte Passwörter in der Datenbank
- (6) Benutzermanagement
- (7) Sitzungsauthorisierung

Den identifizierten Anforderungen kann bestmöglich mit der Umsetzung der Kooperationsplattform als webbasierte digitale Plattform mit einem Front-End für Benutzereingaben und einem relationalen Datenbanksystem zur Speicherung der anfallenden Daten im Back-End begegnet werden.

7.3 Applikationsarchitektur

Im folgenden Kapitel wird die Applikationsarchitektur der Kooperationsplattform erläutert. Diese beschreibt das Zusammenwirken und die Datenintegration aus IT-Perspektive und ist schematisch in Abbildung 7-1 dargestellt.

Die Kooperationsplattform wird virtuell auf einem Web-Server bereitgestellt. Dabei handelt es sich um einen Apache HTTP Server in der Version 2.4, einen der verbreitetsten Webserver im Internet [Net-2019]. Die Web-Applikation beinhaltet das Front-End. Dieses stellt die komplette Benutzeroberfläche dar und verwendet Googles Angular 7 Framework. Angular 7 wurde von Google Ende 2018 veröffentlicht und ist ein Type-Skript-basiertes Front-End-Webapplikationsframework, welches als Open-Source-Software bereitgestellt wird [Goo-2019]. Es zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Geschwindigkeit und Performance aus und erfreut sich einer wachsenden Community [All-2018]. Im Front-End werden alle Interaktionsmöglichkeiten bereitgestellt. Dazu zählen beispielsweise der Authentifizierungsprozess, die Benutzerverwaltung, der Bestellprozess und das Einsehen des aktuellen kooperativen Ersatzteilbestands.

Das Front-End ist über ein Representational State Transfer Framework (REST-API) mit der Datenbank verknüpft. REST ist ein Programmierparadigma für Webservices und stellt eine einheitliche Schnittstelle zur Kommunikation mit der Datenbank bereit. Es zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus [Fen-2009]:

- (1) Client-Server-Architektur: Der Client ist das Front-End und der Server das Back-End der Applikation. Wichtig ist, dass beide Einheiten komplett unabhängig voneinander sind.
- (2) Zustandslosigkeit: Es dürfen auf dem Server während der Bearbeitung einer Anfrage keine Daten gespeichert werden. Der Status jeder aktuellen Sitzung sollte auf Seiten des Clients gespeichert werden.
- (3) Caching: Client-Seitig sollte die Möglichkeit bestehen, Antworten in einem Cache zwischenspeichern. Dadurch wird eine deutliche Performance-Verbesserung der Schnittstelle erreicht.

In der Projektumsetzung wurde REST in PHP über ein Slim Framework in der Version 3 entwickelt. Das REST-Framework stellt definierte Methoden bereit, um Ressourcen von der Datenbank anzufordern und zu verändern. Insgesamt ermöglicht REST dadurch eine einheitliche Schnittstelle, um benötigte Services für die Kommunikation mit der Datenbank zu entwickeln.

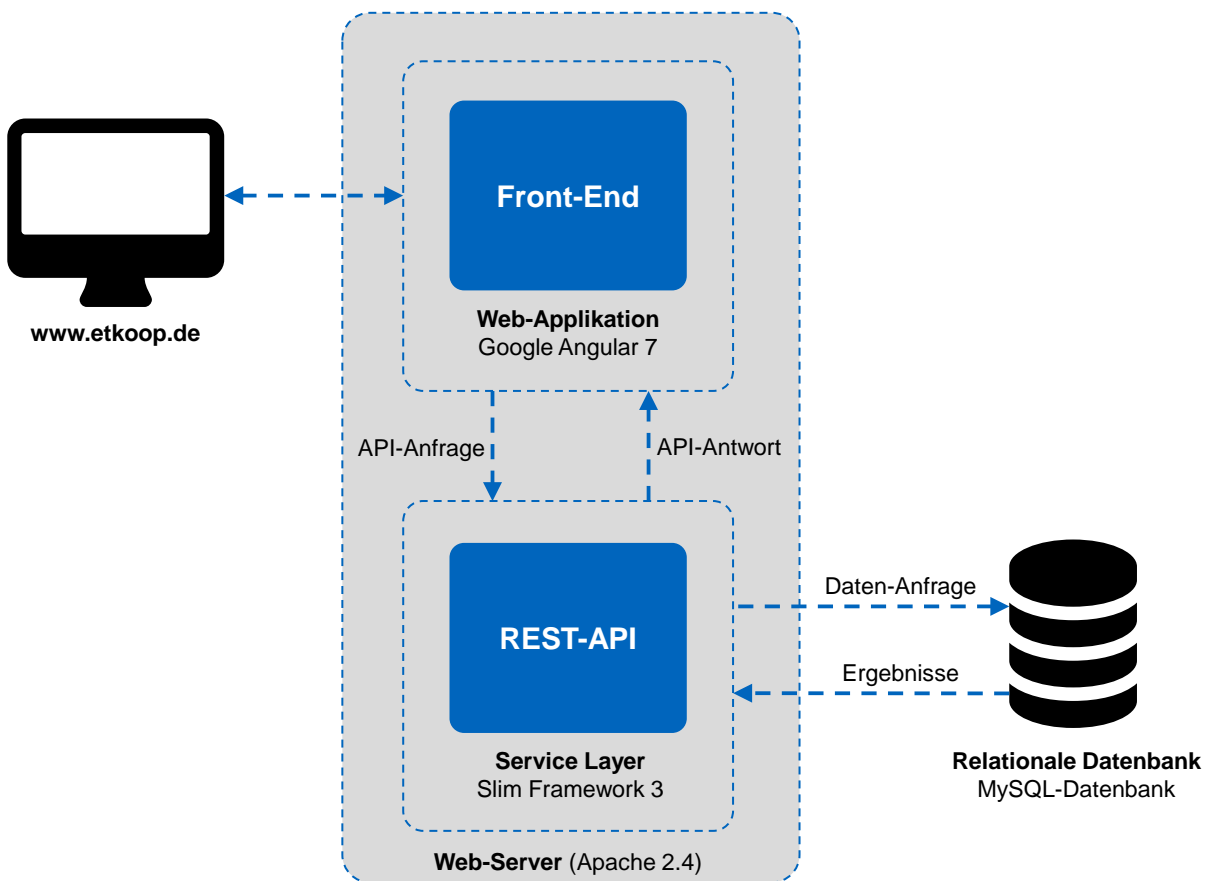


Abbildung 7-1: Applikationsarchitektur der Kooperationsplattform

Aufgrund der Zustandslosigkeit des REST-Frameworks können keine zur Authentifizierung des Benutzers erforderlichen Daten gespeichert werden. Um dennoch eine

sichere und benutzerfreundliche Kommunikation sicherstellen zu können, wird bei erfolgreicher Benutzer-Authentifizierung ein Token erzeugt. Dieser Token authentifiziert den aktuellen Benutzer für einen definierten Zeitraum. Alle REST-Methoden-Aufrufe beinhalten diesen Token, um die Anfrage zu validieren. Anfragen ohne gültigen Token werden abgelehnt und die entsprechende Sitzung beendet. Der beschriebene Authentifizierungs-Vorgang ist in Abbildung 7-2 dargestellt.

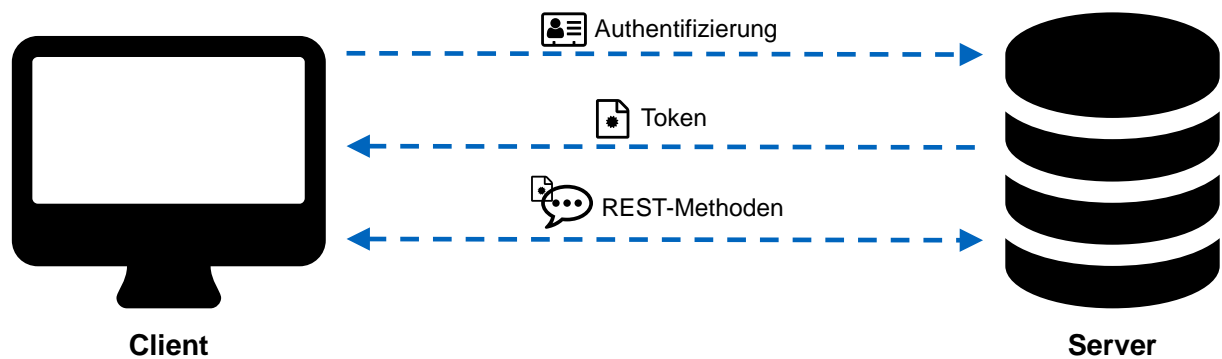


Abbildung 7-2: Kommunikation zwischen Client und Server während des Authentifizierungsvorgangs

Für die Kooperationsplattform wird als Relationale Datenbank eine MySQL-Datenbank verwendet. MySQL ist verbreiteter Standard für Datenbanken und wird von vielen Web-Hostern bereitgestellt [Ste-2014, S. 65].

7.4 Datenbankkonzept der Kooperationsplattform

Um die Kooperationsplattform im gewünschten Funktionsumfang zur Verfügung stellen zu können, ist ein geeignetes Datenbankkonzept erforderlich. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde ein Datenbankkonzept mit unterschiedlichen Tabellen inklusive der notwendigen Relationen entworfen (Abbildung 7-3). Alle Tabellen verwenden Auto-Inkrement, um eine Datenkonsistenz sicherzustellen. Das bedeutet, dass beim Löschen eines Tabelleneintrags, der nächste Tabelleneintrag nicht die ID des zuvor gelöschten Eintrags erhält. In der Tabelle „spare_part“ wird zusätzlich eine eindeutige Ersatzteil-Identifikationsnummer gespeichert, um Ersatzteile eindeutig identifizieren zu können.

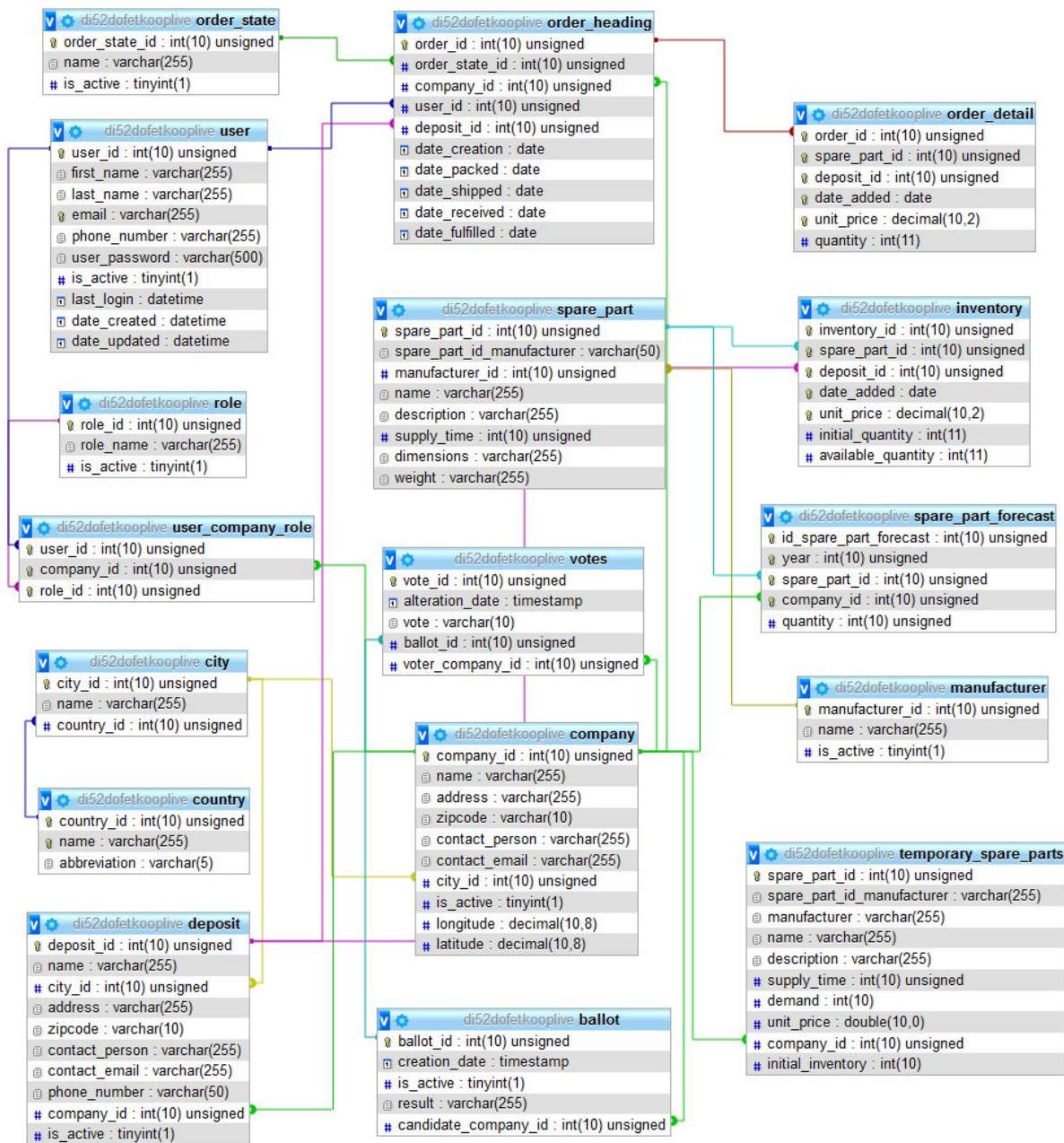


Abbildung 7-3: Datenbankkonzept der Kooperationsplattform

Zentrale Tabellen des Datenbankkonzepts der Kooperationsplattform sind die Tabellen „spare_part“, „inventory“ und „deposit“, deren Funktion und Definition nachfolgend erläutert werden.

Spare Part-Tabelle

In der Spare Part-Tabelle werden alle auf der Kooperationsplattform gemeinsam bevorrateten Ersatzteile gespeichert. Im Rahmen des Forschungsprojekts sind für jedes Ersatzteil die in Tabelle 7-2 erläuterten Daten anzugeben. Die Einträge umfassen insbesondere eine eindeutige Ersatzteil-Identifikationsnummer des Herstellers. Über

diese Identifikationsnummer können Ersatzteile übergreifend von allen Kooperationspartnern identifiziert werden. Zusätzliche Einträge sind ersatzteilspezifische Daten und insbesondere die benötigte Wiederbeschaffungszeit des Ersatzteils beim Hersteller, welche maßgeblichen Einfluss auf die vorzuhaltende Bestandshöhe hat. Preisinformationen zu den Ersatzteilen werden in dieser Tabelle nicht erfasst.

Tabelle 7-2: Spare Part-Tabelle

Tabelleneintrag	Bedeutung
spare_part_id	Identifikationsnummer des Ersatzteils innerhalb der Datenbank
spare_part_id_manufacturer	Eindeutige Ersatzteil-Identifikationsnummer des Herstellers
name	Bezeichnung des Ersatzteils
manufacturer_id	Identifikationsnummer des Ersatzteil-Hersteller. Spezifische Informationen des Herstellers werden in weiterer Tabelle erfasst.
description	Beschreibung des Ersatzteils
supply_time	Wiederbeschaffungszeit des Ersatzteils beim Hersteller
dimensions	Abmessungen des Ersatzteils
weight	Gewicht des Ersatzteils

Inventory-Tabelle

Die Inventory-Tabelle enthält notwendige Informationen über den physischen Ersatzteilbestand (Tabelle 7-3). Für jedes Ersatzteil können dabei mehrere Einträge vorhanden sein, falls der Ersatzteilbestand in mehreren Lagern, also bei verschiedenen Kooperationspartnern, gelagert wird. Den Einträgen wird ein spezifischer Ersatzteilpreis zugewiesen. Werden Ersatzteile nachbestellt, wird in jedem Fall ein neuer Eintrag in der Inventory-Tabelle angelegt, auch wenn das Ersatzteil im identischen Lager eingelagert wird. Dies ist notwendig, da sich die Ersatzteilpreise über die Zeit ändern können. Preisinformationen werden daher in dieser Tabelle und nicht in der Spare Part-Tabelle erfasst. In dieser Tabelle könnte für jedes Ersatzteil nur ein Preis angegeben werden.

Tabelle 7-3: Inventory-Tabelle

Tabelleneintrag	Bedeutung
inventory_id	Identifikationsnummer des Lagerbestands
spare_part_id	Identifikationsnummer des Ersatzteils innerhalb der Datenbank
deposit_id	Identifikationsnummer des Lagers. Spezifische Informationen zum Lager werden in weiterer Tabelle erfasst.
date_added	Datum, an dem die jeweiligen Ersatzteile im Lager eingebucht wurden
unit_price	Ersatzteilpreis je Stück
initial_quantity	Initialer Ersatzteilbestand
available_quantity	Verfügbare Ersatzteilbestand

Deposit-Tabelle

Alle Lager-spezifischen Informationen werden in der Deposit-Tabelle gespeichert (Tabelle 7-4). Jedes Lager hat einen eindeutigen Lagernamen und eine Adresse. Es wird hierbei nicht der Name des Kooperationspartners verwendet, da dadurch die Möglichkeit besteht, mehrere Lager je Kooperationspartner zu berücksichtigen und identifizieren zu können. Ein Ansprechpartner muss genannt werden, damit dieser im Bedarfsfall bei Bestellungen oder im Vorfeld kontaktiert werden kann. Soll ein Lager zukünftig für die Verteilung der Ersatzteile nicht mehr berücksichtigt werden, wird das in der Tabelle entsprechend gespeichert.

Tabelle 7-4: Deposit-Tabelle

Tabelleneintrag	Bedeutung
deposit_id	Identifikationsnummer des Lagers
name	Name des Lagers
city_id	Identifikationsnummer des Ortes, an dem sich das Lager befindet
address	Adresse des Lagers
Zipcode	Postleitzahl des Ortes, an dem sich das Lager befindet
contact_person	Kontaktperson als Ansprechpartner für das Lager
contact_email	E-Mail-Adresse der Kontaktperson
phone_number	Telefonnummer der Kontaktperson
company_id	Identifikationsnummer des Kooperationspartners, der das entsprechende Lager betreibt und verwaltet
is_active	Gibt an, ob ein Lager weiterhin verwendet wird

7.5 Benutzerrollen und -rechte

Auf der Kooperationsplattform werden unterschiedliche Benutzerrollen und -rechte benötigt. Jeder Rolle werden spezifische Aufgaben zugewiesen, aus denen sich die erforderlichen Rechte ableiten. Im Forschungsprojekt wurden vier Benutzerrollen definiert (Tabelle 7-5).

Tabelle 7-5: Benutzerrollen, spezifische Aufgaben und Zuständigkeiten

Rolle	Aufgaben	Zuständigkeit
Platform Admin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhaltliche Betreuung der Plattform ▪ Hinzufügen neuer Benutzer für bestehende Unternehmen ▪ Anlegen neuer Unternehmen ▪ Registrierung neuer Ersatzteile ▪ Bestandsverwaltung für bevorratete Ersatzteile ▪ Abstimmung über Beitrittsanfragen 	Ein Unternehmen innerhalb der Kooperation stellt den Platform Admin
Company Local Admin	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inhaltliche Betreuung des Unternehmens ▪ Hinzufügen neuer Benutzer für das eigene Unternehmen ▪ Bestandsverwaltung für selbst bevorratete Ersatzteile ▪ Abstimmung über Beitrittsanfragen 	Jedes Unternehmen hat einen Company Local Admin (Ausnahme: das Unternehmen stellt bereits den Platform Admin)
User	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestellung benötigter Ersatzteile ▪ Bearbeitung und Tracking ausstehender Bestellungen ▪ Tracking der relevanten KPI 	Beliebig viele User je Unternehmen möglich
Prospective User	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prüfung der Eignung des eigenen Ersatzteilspektrums ▪ Initiieren der Beitrittsanfrage mit passenden Ersatzteilen 	Temporäre Rolle für ein interessantes Unternehmen

Platform Admin

Der Platform Admin wird von den Kooperationspartnern bestimmt und ist für die inhaltliche Betreuung der Plattform zuständig. Er kann neue User für alle bestehenden Unternehmen hinzufügen, neue interessierte Unternehmen anlegen, die ihre Ersatzteile

auf Poolingegnung überprüfen möchten und Ersatzteile zur gemeinschaftlichen Bevorratung hinzufügen. Darüber hinaus stimmt er für sein Unternehmen über die Beitrittsanfrage eines interessierten Unternehmens ab. Der Platform Admin kann ebenso wie der Company Local Admin und der User Ersatzteile über die Kooperationsplattform bestellen, aktuelle Bestellungen verfolgen und bearbeiten und relevante KPI prüfen. Diese Aufgaben werden jedoch vornehmlich durch den User übernommen.

Company Local Admin

Jedes Unternehmen, welches Teil der Kooperation ist, stellt einen Company Local Admin. Im Gegensatz zum Platform Admin wird diese Rolle mehrmals vergeben. Der Company Local Admin hat vergleichbare Rechte wie der Platform Admin, übernimmt jedoch die spezifische inhaltliche Betreuung für das eigene Unternehmen. Das Unternehmen, welches den Platform Admin stellt, benötigt folglich keinen Company Local Admin. Der Company Local Admin kann beispielsweise neue User für das eigene Unternehmen anlegen oder den Bestand der bei seinem Unternehmen lagernden und innerhalb der Kooperation bevorrateten Ersatzteile erhöhen. Zusätzlich kann er für sein Unternehmen über existierende Beitrittsanfragen abstimmen. Er hat jedoch keine Rechte, um neue Ersatzteiltypen zu registrieren und interessierte Unternehmen hinzuzufügen.

User

Jedes Unternehmen kann mehrere User besitzen. Diese können vom Platform Admin oder Company Local Admin angelegt werden. Die User übernehmen hauptsächlich operative Aufgaben. Sie bestellen benötigte Ersatzteile im Bedarfsfall und bearbeiten ausstehende Bestellungen, wenn sie die Rolle eines liefernden Unternehmens einnehmen. Während des Bestellprozesses kann der Bestellstatus eingesehen und ggf. aktualisiert werden. Zusätzlich können KPI eingesehen und bewertet werden.

Prospective User

Die Rolle des Prospective Users unterscheidet sich stark von den anderen drei Rollen. Der Prospective User wird vom Platform Admin registriert. Anschließend hat er die Möglichkeit, sein eigenes Ersatzteilspektrum auf Eignung zur kooperativen Bevorratung zu prüfen. Geeignete Ersatzteile werden von der Kooperationsplattform identifiziert. Der Prospective User kann aus den vorgeschlagenen Ersatzteilen eine Auswahl treffen, mit der die Beitrittsanfrage initiiert wird. Bei einer Annahme der Beitrittsanfrage wird für das neu hinzugekommene Unternehmen ein Platform Admin und ein User registriert.

Die Rolle des Prospective Users hat dementsprechend einen stark beschränkten Zugriff auf die Plattform. Funktionalitäten wie beispielsweise die Einsicht des aktuellen Ersatzteilbestands stehen nicht zur Verfügung.

7.6 Entwicklung eines geeigneten Web-Front-Ends

Zur Darstellung der Umsetzung der Anforderungen im Front-End werden im folgenden Kapitel beispielhafte User-Stories und deren Ablauf auf der Kooperationsplattform vorgestellt.

7.6.1 Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform

Nach der Benutzerauthentifizierung sieht jeder User eine spezifische Oberfläche der Kooperationsplattform. Diese ist je nach Benutzerrolle stark eingeschränkt, beispielsweise sehen normale User nicht den Admin-Bereich.

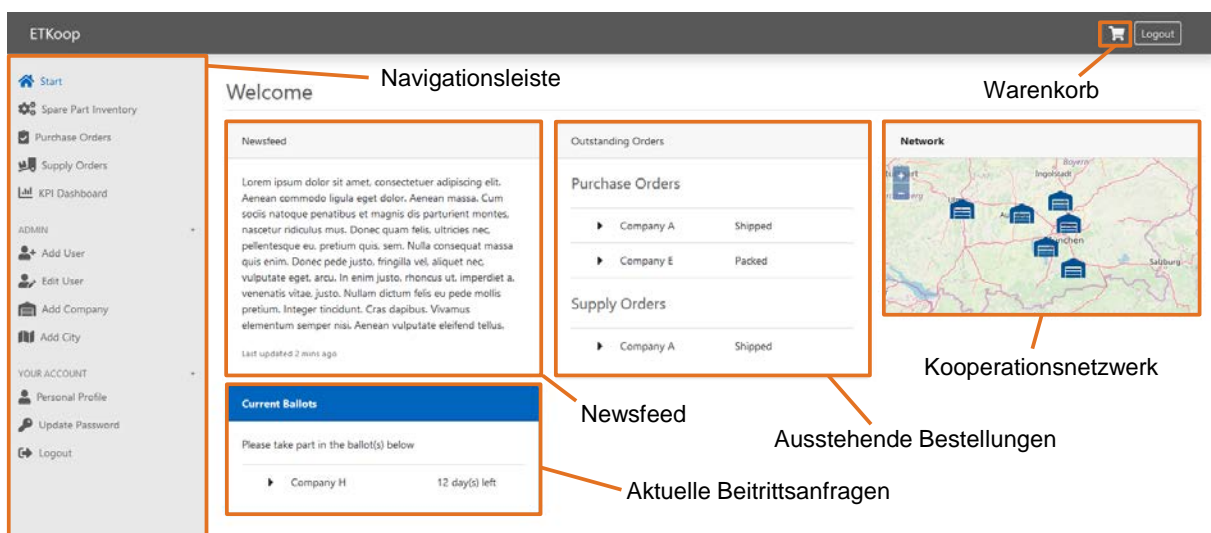


Abbildung 7-4: Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform aus Sicht des Platform Admins

Die Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform aus Sicht des Platform Admins zeigt Abbildung 7-4. Zu sehen sind die Startseite und eine Navigationsleiste auf der linken Seite. Die Startseite ist eine Zusammenstellung aller relevanten Informationen und enthält den Newsfeed, aktuelle Beitrittsanfragen, ausstehende Bestellungen und eine Abbildung des Kooperationsnetzwerkes. Der Newsfeed bietet die Möglichkeit, allen Kooperationspartnern aktuelle Informationen mitzuteilen. Die ausstehenden Bestellungen und aktuelle Beitrittsanfragen zeigen direkt möglichen Handlungsbedarf auf und verlinken auf entsprechende Unterseiten. Das Kooperationsnetzwerk stellt die aktuelle Zusammensetzung des Netzwerks auf einer Karte dar, um sich schnell einen Überblick über die Kooperation verschaffen zu können.

Die linke Navigationsleiste zeigt alle erforderlichen Verknüpfungen, um direkt auf die erforderliche Seite zur Bestellung von Ersatzteilen oder zur Profilaktualisierung zu geben. Der Admin-Bereich mit der Möglichkeit des Hinzufügens neuer Benutzer und Unternehmen ist nur für den Platform Admin freigeschaltet.

Für den normalen User ist die Benutzeroberfläche um einige Elemente reduziert (Abbildung 7-5). Ein User sieht keinen Admin-Bereich in der linken Navigationsleiste. Darüber hinaus werden keine Informationen über aktuelle Beitrittsanfragen angezeigt. Dadurch wird sichergestellt, dass nur relevante Informationen angezeigt werden und nur der Platform Admin bzw. Company Local Admin über Beitrittsanfragen abstimmen kann. Versucht ein User die Seite über die Eingabe des direkten Links aufzurufen, wird der Aufruf aufgrund fehlender Rechte verweigert.

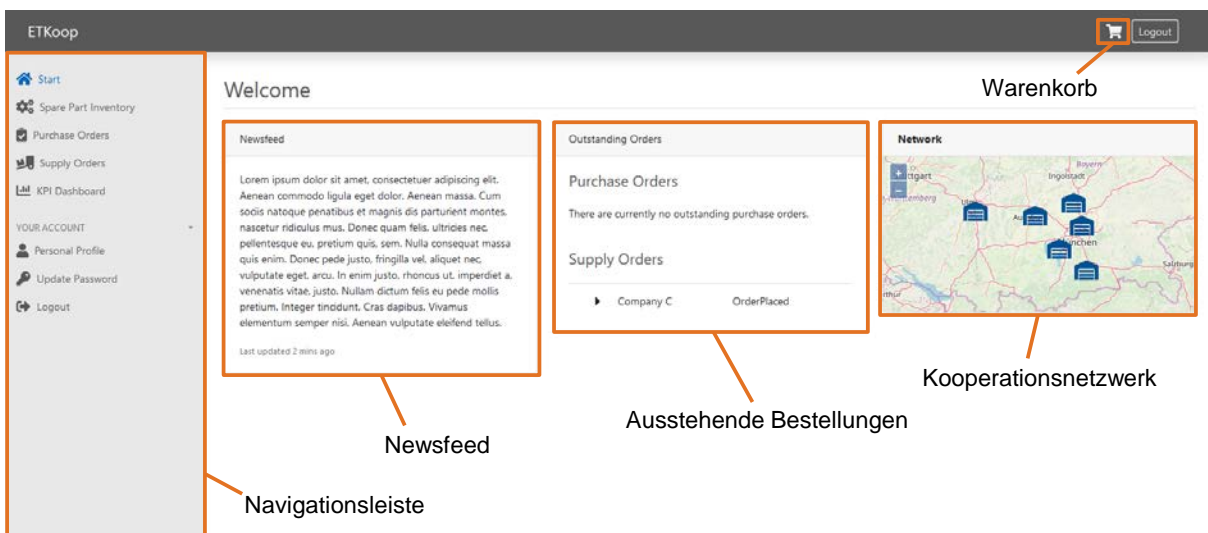


Abbildung 7-5: Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform aus Sicht des Users

Für interessierte Unternehmen wird zur Prüfung der Eignung des eigenen Ersatzteilspektrums für die kooperative Bevorratung ein Prospective User angelegt. Der Prospective User sieht eine weiter reduzierte Startseite (Abbildung 7-6). Es wird lediglich der Newsfeed und die grafische Darstellung des Kooperationsnetzwerks angezeigt. Weitere Informationen sind nicht erforderlich und können nicht eingesehen werden. Im reduzierten Seitenmenü kann lediglich das eigene Profil angepasst oder der Import des Ersatzteilspektrums initiiert werden (Kapitel 7.6.3).

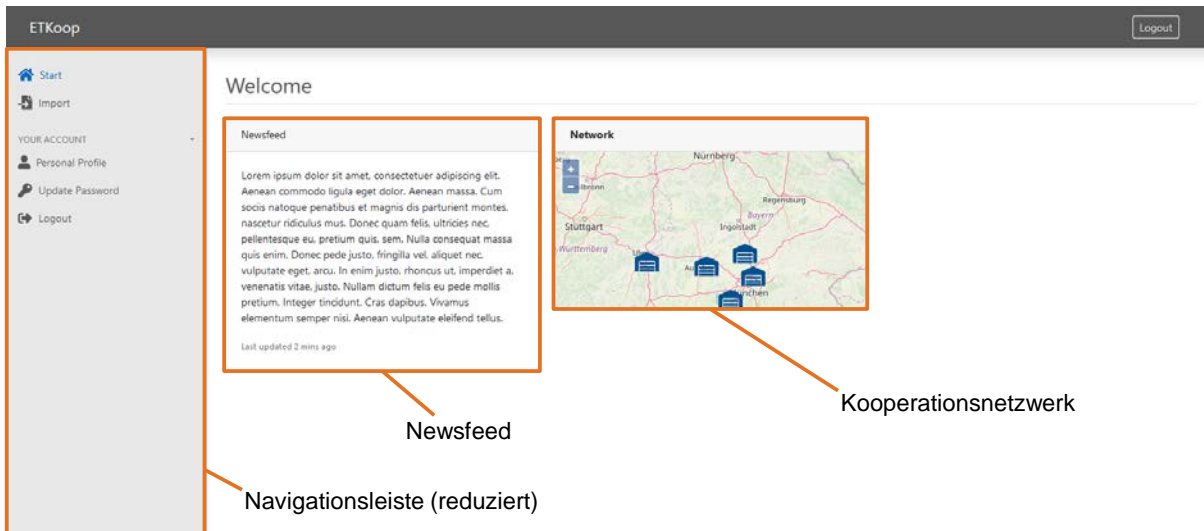


Abbildung 7-6: Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform aus Sicht des Prospective Users

7.6.2 Bestellung von Ersatzteilen

Der Prozess zur Bestellung von Ersatzteilen ist in Kapitel 5.4 beschrieben. Um Ersatzteile zu bestellen, muss der kooperative Ersatzteilbestand eingesehen werden (Abbildung 7-7). Dieser zeigt die Informationen aus den Tabellen „Spare Part“, „Inventory“ und „Deposit“. Benötigte Ersatzteile können direkt ausgewählt oder über die Suchleiste gesucht werden. Der Name der Ersatzteile, die jeweilige Hersteller-ID und die Hersteller sind durchsuchbar gestaltet. Über ein entsprechendes Icon können die Ersatzteile zum Warenkorb hinzugefügt werden und der Bestellprozess gestartet werden.

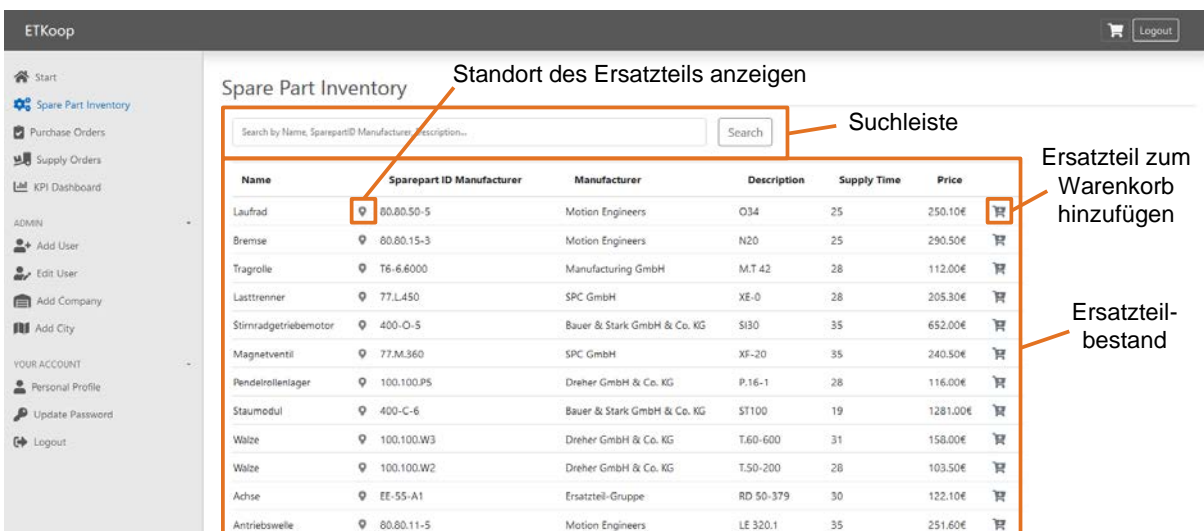


Abbildung 7-7: Kooperativer Ersatzteilbestand auf der Kooperationsplattform

Ersatzteile können in verschiedenen Lagern vorrätig sein. Aus diesem Grund können die Lagerorte angezeigt werden, um die Transparenz zu erhöhen. Allen Kooperations-

partnern ist dadurch jederzeit ersichtlich, welche Ersatzteile bei welchem Kooperationspartner gelagert werden. Gibt es mehr als einen Lagerort, werden beide Lager auf der Karte angezeigt (Abbildung 7-8). Für diese Ersatzteile kann ein individueller Workflow festgelegt werden, welche Ersatzteile aus welchem Lager beim Bestellvorgang ausgewählt werden. Ziel ist die Minimierung erforderlicher Transportkilometer und die Vermeidung der Überalterung eingelagerter Ersatzteile.

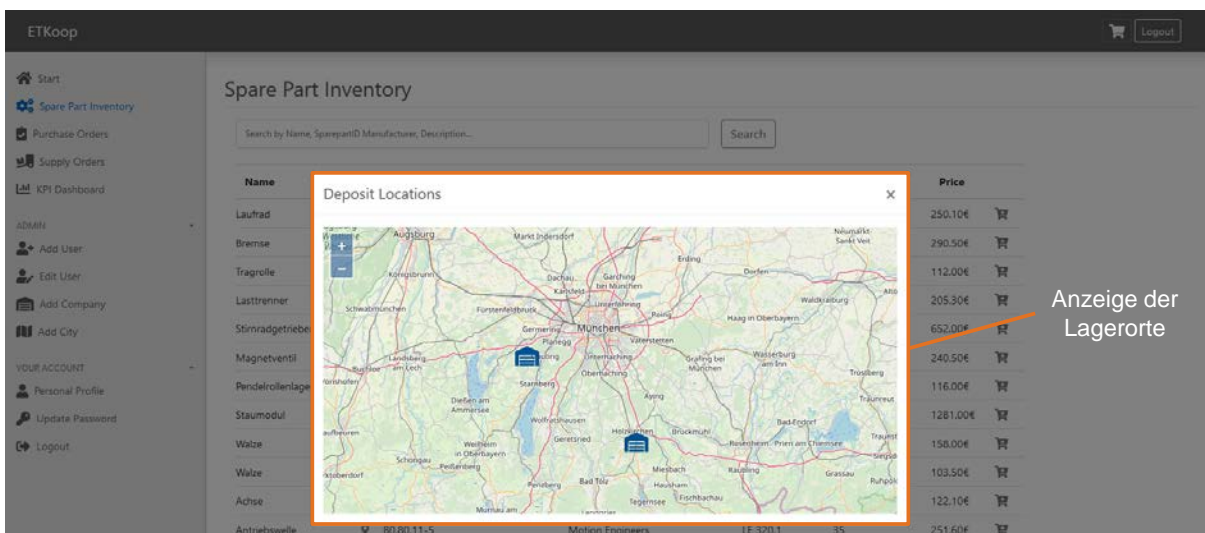


Abbildung 7-8: Anzeige der Lagerorte eines ausgewählten Ersatzteils

Nachdem die benötigten Ersatzteile ausgewählt wurden, werden diese dem Warenkorb hinzugefügt. Hier kann die Bestellung geprüft werden. Alle Bestellpositionen werden je nach Lieferunternehmen strukturiert dargestellt. es ist ersichtlich, welches Ersatzteil bei mehreren verfügbaren Lagerorten von der Kooperationsplattform auf Basis des definierten Workflows zugewiesen wurde. Nach Prüfung der Bestellung kann der Bestellvorgang gestartet werden.

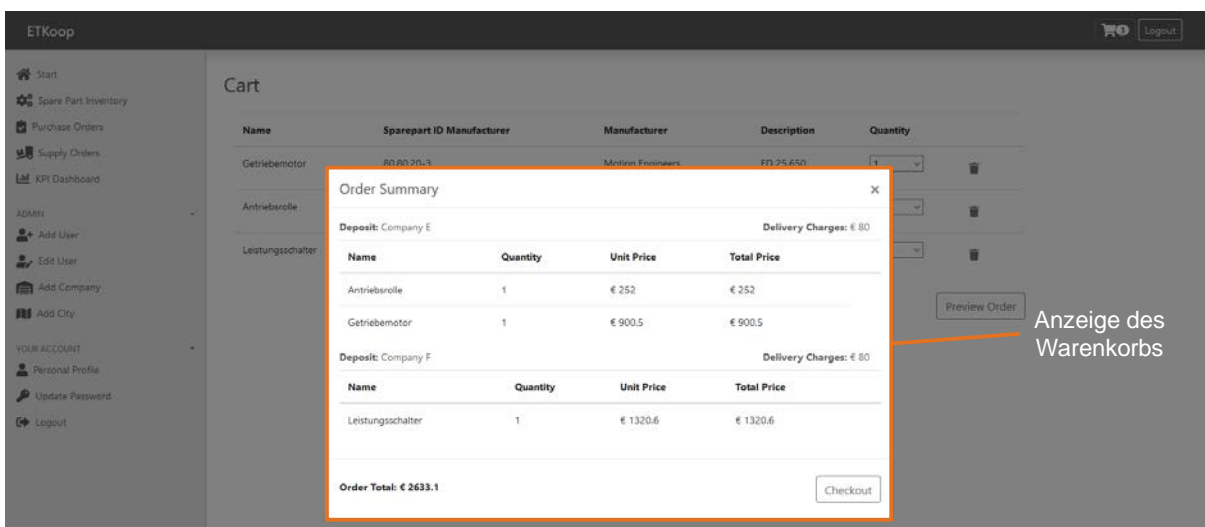


Abbildung 7-9: Anzeige des Warenkorbs zur Prüfung der aktuellen Bestellung

Eine aufgegebenene Bestellung wird den entsprechenden Unternehmen zugewiesen. Jede Bestellung wird dabei in eine Bestellung und einen Lieferauftrag aufgeteilt, da auf der Plattform die Unternehmen die Rolle eines bestellenden und liefernden Unternehmens einnehmen können. Die Anzeige einer ausstehenden Bestellung zeigt Abbildung 7-10. Die Bestellzusammenfassung enthält alle erforderlichen Informationen. Im dargestellten Beispiel konnte das gemeinschaftlich bevorratete Ersatzteil aus dem eigenen Lager entnommen werden, sodass hier keine Lieferkosten berechnet werden müssen. Der aktuelle Status der Bestellung kann von den jeweiligen Unternehmen angepasst werden, sodass sowohl für das bestellende als auch für das liefernde Unternehmen der Bestellstatus jederzeit ersichtlich ist.

The screenshot shows the 'Outstanding Orders' section of the ETKoop application. It features a table with the following data:

Order ID	Order Date	Seller Company	Current Status
18	2019-07-27	Company A	OrderPlaced

Below the table, the order details for Order ID 18 are shown:

Ordered On: 2019-07-27 | Order Id: 18

Deposit Address	Contact Person	Summary
Company A Dornierstr. 9 82205 +49XXX498217	Steffen Friedmann etkoop-a-01@fml.umw.tum.de	Delivery Charges: € 0 Order Total: € 652

Ordered By: Steffen Friedman

TOTAL: € 652.00

Name	Spare Part ID	Manufacturer	Description	Quantity	Unit Price	Total
Stirnradtriebemotor	400-O-5	Bauer & Stark GmbH & Co. KG	S130	1	652.00	€ 652

Abbildung 7-10: Ausstehende Bestellungen

Die Darstellung eines offenen Lieferauftrags zeigt Abbildung 7-11, wobei der Aufbau analog zur Anzeige ausstehender Bestellungen ist. Im abgebildeten Beispiel ist die Bestellung aufgegeben worden, dementsprechend kann vom liefernden Unternehmen der Status auf „Verpackt“ oder „Versendet“ aktualisiert werden. Sobald die Bestellung den Status „Versendet“ erreicht hat, kann das bestellende Unternehmen den Erhalt bestätigen, womit die Bestellung final abgeschlossen ist.

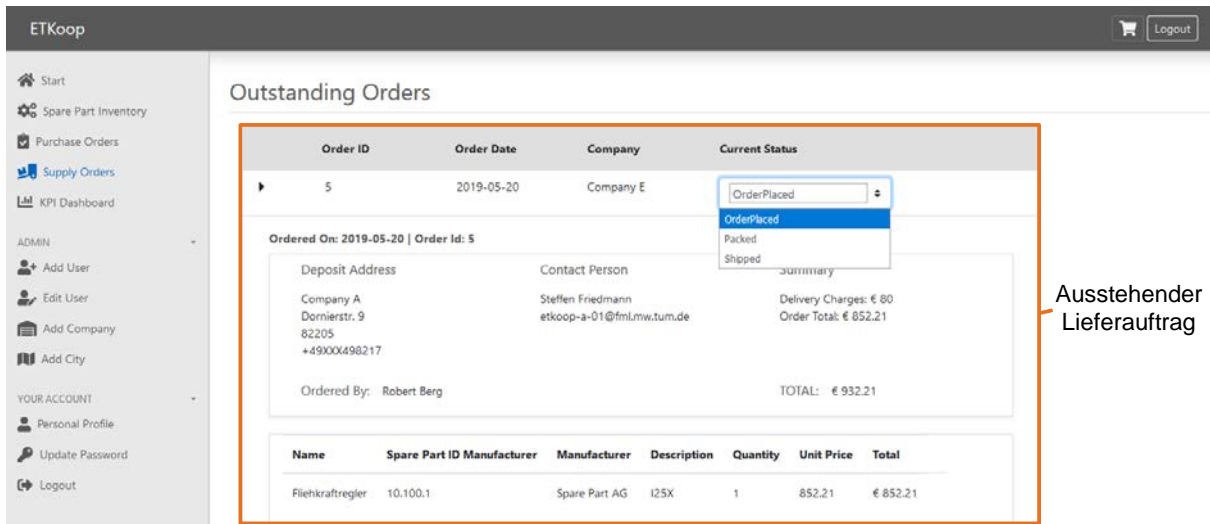


Abbildung 7-11: Ausstehender Lieferauftrag

7.6.3 Eintritt eines Unternehmens

Der Eintritt eines neuen Unternehmens muss im Front-End verständlich abgebildet werden, um die Möglichkeit einer Vergrößerung der Kooperation zu vereinfachen. Ziel ist, dass für ein interessiertes Unternehmen schnell ein entsprechender Prospective User angelegt werden kann, mit dem dieser selbstständig sein Ersatzteilspektrum auf Poolingtauglichkeit überprüfen kann. Die Darstellung der Oberfläche im Front-End zeigt Abbildung 7-12.

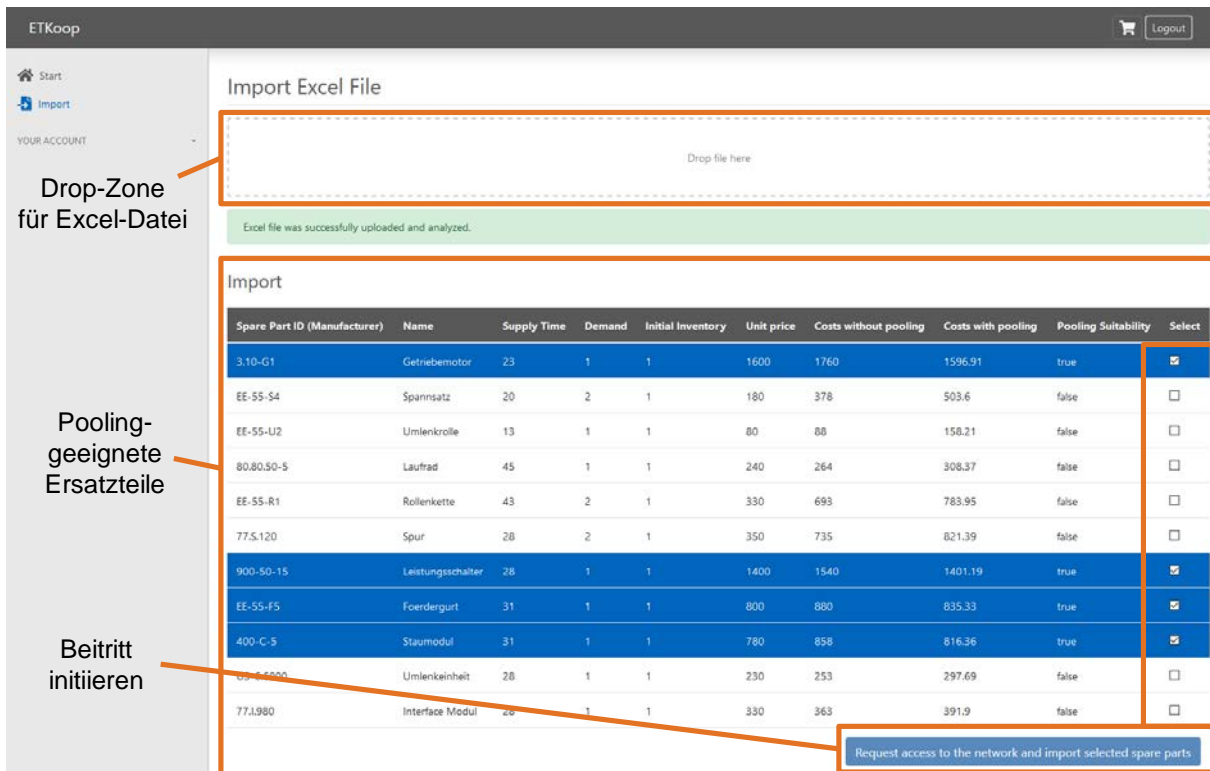


Abbildung 7-12: Initiierung des Eintritts eines neuen Unternehmens

In einer definierten „Drop-Zone“ kann der Prospective User eine Excel-Datei mit seinem Ersatzteilspektrum hochladen. Diese muss vorab vom jeweiligen Unternehmen nach einem definierten Format entsprechend einer bereitgestellten Vorlage erstellt werden. Die Einhaltung des definierten Formats wird nach dem Upload überprüft. Nur dadurch ist sichergestellt, dass die Ersatzteile erfolgreich mit denen auf der Kooperationsplattform abgeglichen werden können. Ist das Format nicht korrekt, wird eine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben. Nach dem Hochladen des Ersatzteilspektrums wird dieses auf Basis der eindeutigen Hersteller-Identifikationsnummern und des Modells zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit geprüft. Geeignete Ersatzteile werden ausgewählt. Der Prospective User kann anschließend Ersatzteile mit einer Poolingegnung abwählen, falls er diese nicht kooperativ bevorraten möchte. Abschließend wird mit den ausgewählten Ersatzteilen die Beitrittsanfrage initiiert.

Bei Poolingegnung von Ersatzteilen und nach Initiierung der Beitrittsanfrage kann für jedes Unternehmens der Company Local Admin bzw. der Platform Admin über den Beitritt abstimmen (Abbildung 7-13). Dafür werden im Front-End die geeigneten und für den Beitritt ausgewählten Ersatzteile ausgewählt und erforderliche Ersatzteilinformationen angezeigt. Jedes Unternehmen kann nun über eine entsprechende Schaltfläche dem Beitritt des neuen Unternehmens zustimmen oder diesen ablehnen. Nachdem alle Unternehmen abgestimmt haben oder eine definierte Zeit überschritten wurde (Kapitel 5.3), wird die Abstimmung ausgewertet und das Ergebnis entsprechend angezeigt (Abbildung 7-14).

The screenshot shows the ETKoop web interface. The sidebar on the left contains navigation links: Start, Spare Part Inventory, Purchase Orders, Supply Orders, KPI Dashboard, ADMIN, and YOUR ACCOUNT. The main content area is titled 'Ballots' and shows 'Current Ballots' for 'Company K'. A table lists spare parts with columns for Manufacturer Spare Part ID, Name, Manufacturer, Description, Supply Time, and Demand. Below the table are two voting buttons: a green button with a checkmark and the text 'Yes, I want the candidate to join the platform', and a red button with an 'X' and the text 'No, I do not want the candidate to join the platform'. A note below the table states: '*The table above shows all the spare parts which the candidate would contribute to the platform.'

Ballot ID	Remaining days	Candidate for Accession	Status
21	20	Company K	Not voted

Manufacturer Spare Part ID	Name	Manufacturer	Description	Supply Time	Demand
3.10-G1	Getriebemotor	Motoren GmbH		23	1
EE-55-F5	Foerdergurt	Ersatzteil-Gruppe		31	1
400-C-5	Staumodul	Bauer & Stark GmbH & Co. KG		31	1
900-50-15	Leistungsschalter	Intralogistics GmbH		28	1

*The table above shows all the spare parts which the candidate would contribute to the platform.

Yes, I want the candidate to join the platform
 No, I do not want the candidate to join the platform

Abbildung 7-13: Abstimmung über bestehende Beitrittsanfragen neuer Unternehmen

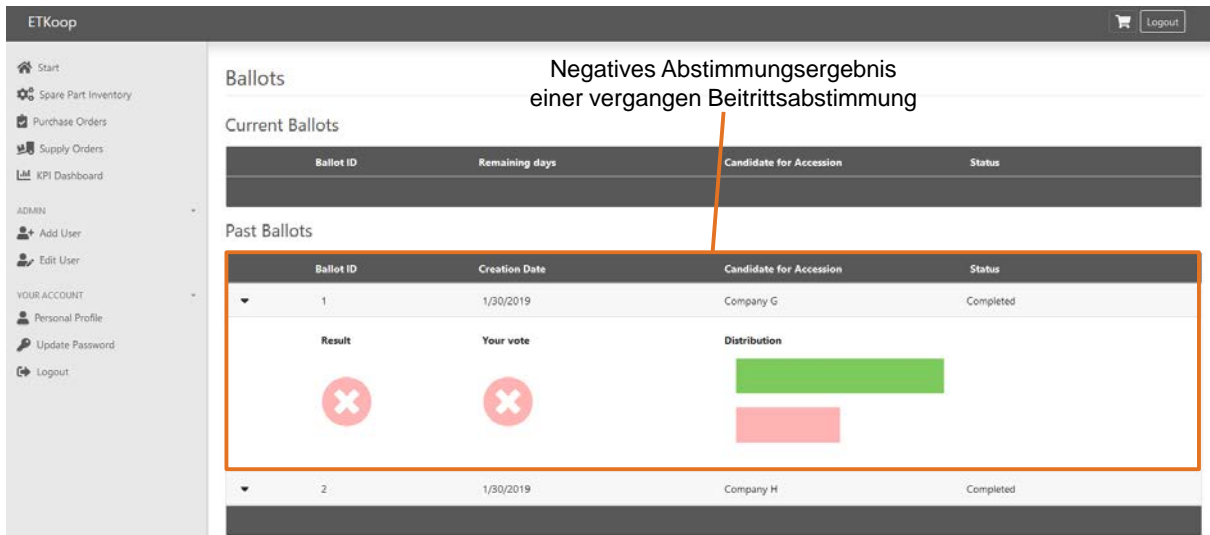


Abbildung 7-14: Negatives Abstimmungsergebnis einer vergangenen Beitrittsabstimmung

7.6.4 Überprüfung spezifischer KPI

Auf der Kooperationsplattform können von allen Unternehmen kooperationspezifische Kennzahlen eingesehen werden. Definierte Kennzahlen (Kapitel 6.6) werden visualisiert und interaktiv dargestellt. Einen Ausschnitt beispielhaft visualisierter KPI zeigt Abbildung 7-15.

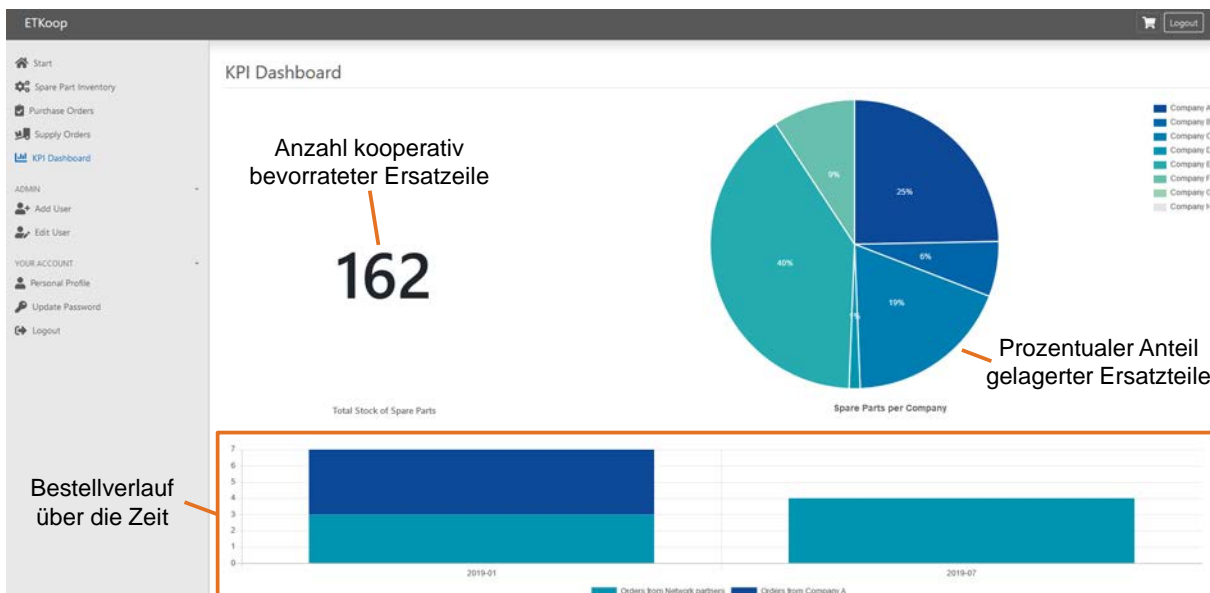


Abbildung 7-15: Ausschnitt des KPI-Dashboards

Dargestellt ist die gesamte Anzahl kooperativ bevorrateter Ersatzteile und der prozentuale Anteil der gelagerten Ersatzteile je Unternehmen. Zusätzlich zeigt ein Bestellverlauf, in welchem Zeitraum wie viele Bestellungen getätigt wurden. Die Bestellungen

sind dabei aufgeteilt in Bestellungen bei Kooperationspartnern und beim eigenen Unternehmen. Im letzteren Fall kann das kooperativ bevorratete Ersatzteil direkt aus dem eigenen Lager entnommen werden.

7.6.5 Benutzerverwaltung

Die Kooperationsplattform stellt eine Benutzerverwaltung zur Verfügung. Hierüber können neue Benutzer angelegt und bestehende Benutzer verwaltet werden. Abbildung 7-16 zeigt die Benutzerverwaltung aus Sicht des Company Local Admin. Dieser sieht alle registrierten Benutzer für sein Unternehmen. Über die Benutzerverwaltung können die Details angepasst, das Passwort zurückgesetzt und das Benutzerkonto deaktiviert werden. Über eine weitere Eingabemaske können neue Benutzer angelegt werden. Die übergreifende Benutzerverwaltung ist nur für den Platform Admin und Company Local Admins möglich, die Anpassung des eigenen Profils jedoch für jeden normalen User selbst möglich.

The screenshot shows the 'Edit User' interface in ETKoop. It features a search bar at the top and a table of registered users. The table has columns for ID, First Name, Last Name, Email, Phone Number, Actions, and Status. The 'Actions' column contains icons for locking/unlocking, editing details, and toggling the account status. The 'Status' column contains toggle switches. Annotations with orange lines point to these elements: 'Benutzer suchen' points to the search bar; 'Anzeige der registrierten Benutzer des spezifischen Unternehmens' points to the table; 'Benutzerdetails ändern' points to the edit icon; 'Passwort zurücksetzen' points to the lock icon; and 'Benutzerkonto deaktivieren' points to the toggle switch.

ID	First Name	Last Name	Email	Phone Number	Actions	Status
1	Steffen	Friedman	etkoop-a-01@fml.mw.t	+49XXX498217	[Lock] [Edit]	[Toggle On]
2	Tanja	Schwartz	etkoop-a-02@fml.mw.t	+49XXX498257	[Lock] [Edit]	[Toggle On]

Abbildung 7-16: Benutzerverwaltung aus Sicht des Company Local Admins

8 Evaluierung

Ziel des Arbeitspakets 6 ist die Evaluierung der in den vorherigen Arbeitspaketen herausgearbeiteten Erkenntnisse. Im Fokus standen dabei die Betrachtung der Funktionsfähigkeit und Praxistauglichkeit des in Arbeitspaket 5 entwickelten Demonstrators sowie dessen Prozesse und Bewertungsgrundlagen. Um die gesetzten Ziele zu erreichen, wurden von den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses erhobene Daten für die Generierung von Fallbeispielen genutzt. Hierzu dienten auf Anwenderseite Goldsteig Käsereien Bayerwald, auf Herstellerseite viastore und MIAS. Ziel von Arbeitspaket 6 war es ferner, die in Arbeitspaket 3 identifizierten Standardprozesse zu erproben und Lösungen, auch für Ausnahmen weiter zu evaluieren. Des Weiteren wurden lokale und globale Analysen durchgeführt, um Anpassungsbedarf in den Prozessen oder dem in Arbeitspaket 4 entwickelten Geschäftsmodell zu analysieren und in den Demonstrator zu übernehmen.

Folgende Ergebnisse waren Gegenstand dieses Arbeitspakets und wurden erarbeitet:

- (1) Generierung von Fallbeispielen
- (2) Evaluierung des Demonstrators
- (3) Erprobung der Standardprozesse
- (4) Durchführung einer Sensitivitätsanalyse
- (5) Erstellung eines Regelwerks für die Netzwerkpartner

8.1 Potenziale einer Kooperationsplattform

Verfasser: Markus Jung

Im virtuellen Pooling werden alle Bestände von poolinggeeigneten Ersatzteilen initial erfasst und in einer Datenbank hinterlegt. Unternehmen können ihre eigenen Bestände verringern, da sie auch auf die Ersatzteile der anderen Unternehmen zugreifen können und somit abgesichert sind. Wichtig ist hier, dass es im Pooling eine gut funktionierende Kooperation mit einem Speditionsunternehmen gibt, damit Ersatzteile von einem Partner zum anderen schnell, sicher und kostengünstig transportiert werden können und die Ausfallzeit der intralogistischen Anlagen minimiert wird.

Im Folgenden werden die Mechanismen digitaler Plattformen sowie damit einhergehende Potenziale für das virtuelle Ersatzteilpooling in der Intralogistik diskutiert. Dies

soll dazu dienen, das in diesem Projekt vorgestellte Konzept einer Kooperationsplattform zu evaluieren, das Verhalten der Standardfälle zu zeigen und wie sich diese auf Veränderungen untereinander auswirken (Sensitivität). Eine digitale Plattform, auf der die Ersatzteile mehrerer Unternehmen in einem virtuellen Pool zusammengefasst werden, kann die Nachteile der Eigenbevorratung wie hohe Kapitalbindung, hohe Lagerkosten und das Risiko der Überbevorratung reduzieren, da die Ersatzteile über das Netzwerk verteilt werden und somit der Gesamtlagerflächenbedarf reduziert werden kann. Je Unternehmen wird nun ein geringerer Bestand benötigt, um eine erforderliche Ersatzteilverfügbarkeit zu gewährleisten. Die Ersatzteilverfügbarkeit beschreibt das Verhältnis der befriedigten Ersatzteilbedarfe zu den insgesamt aufgetretenen Ersatzteilbedarfen. Außerdem erhöht sich im Pooling auch die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines Ersatzteils, welches in der Ausgangssituation nicht vom betrachteten Unternehmen bevorratet wurde.

Das folgende Beispiel zeigt die Sensitivität, inwiefern Lagerbestände im Pooling je Poolingpartner verringert werden können, während die Ersatzteilverfügbarkeit erhalten bleibt. Im Beispiel handelt es sich um ein Ersatzteil, das entsprechend der Herstellervorgaben einmal pro zehn Anlagen bevorratet werden sollte, um dabei die gewünschte Ersatzteilverfügbarkeit zu gewährleisten. Angenommen jedes Unternehmen hat eine solche Anlage, so müsste jedes einzelne Unternehmen ein Ersatzteil bevorraten, welches im Beispiel 100 €⁴ pro Jahr an Bevorratungskosten verursachen würde. Abbildung 8-1 zeigt, wie viele Ersatzteile in einer Poolingkooperation bevorratet werden müssten. Unter Annahme eines hinreichenden Sicherheitsbestandes, kann bei bis zu zehn Pooling Partnern die Bevorratung von einem Ersatzteil ausreichen, um die im Beispiel gewünschte Ersatzteilverfügbarkeit zu gewährleisten; ab elf Poolingpartnern müsste man zwei Ersatzteile lagern. Abbildung 8-2 stellt die zu bevorratende Anzahl an Ersatzteilen in den Situationen mit und ohne Pooling gegenüber. Abbildung 8-3 zeigt die Bevorratungskosten pro Jahr und Unternehmen. Im Allgemeinen wird damit suggeriert, dass die Bevorratungskosten mit steigender Anzahl von Unternehmen in der Poolingkooperation sinken.

⁴ Es handelt sich beispielhaft um ein Ersatzteil mit dem Wert von 666,67 €. Der Bevorratungskostensatz (Kostentreiber= Wert des Ersatzteils) beträgt 15 %: $666,67 \text{ €} \cdot 0,15 = 100 \text{ €}$

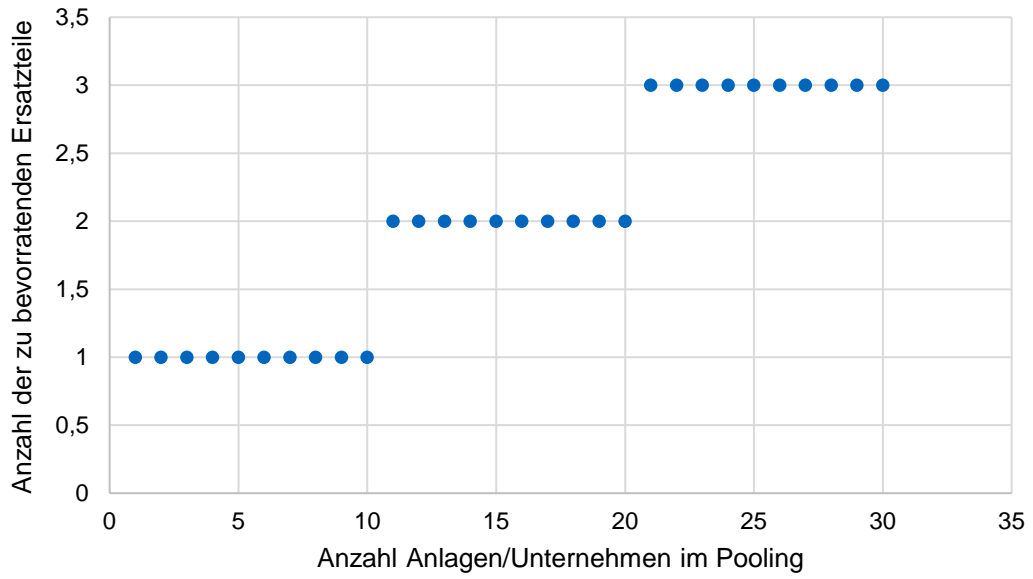


Abbildung 8-1: Anzahl Ersatzteile im Pooling, um eine fixe Instandhaltungssicherheit zu garantieren

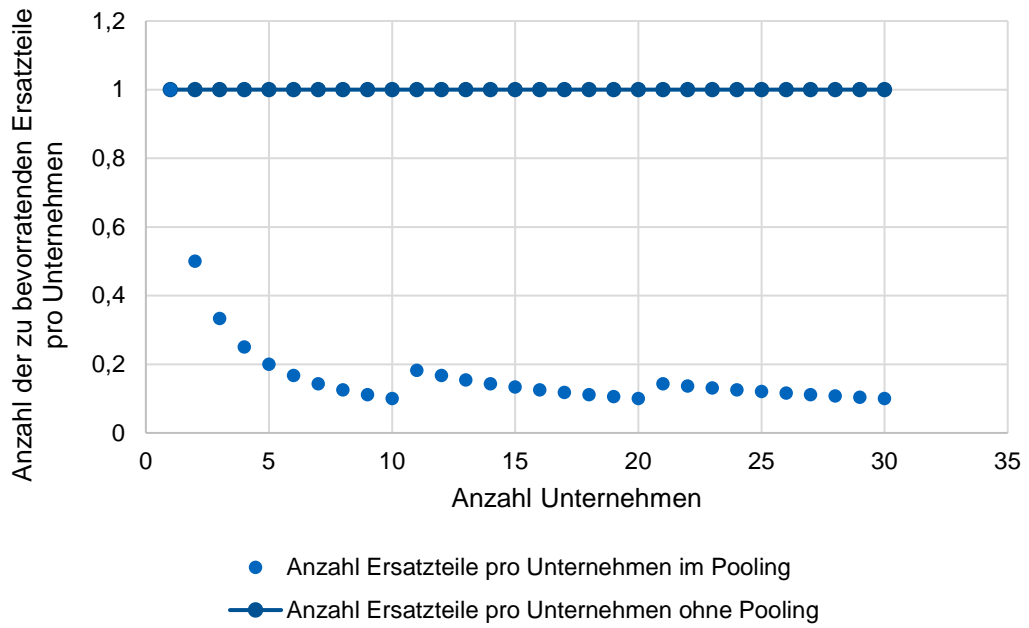


Abbildung 8-2: Anzahl Ersatzteile pro Unternehmen

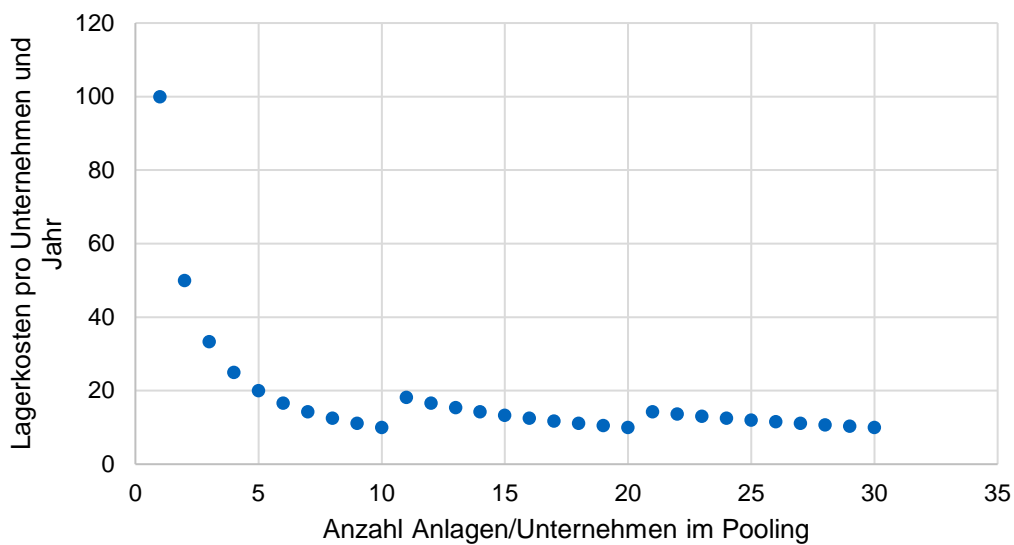


Abbildung 8-3: *Bevorratungskosten pro Jahr und Unternehmen in einem Ersatzteilpooling*

Bestellt die Plattform als Einkaufsgemeinschaft Ersatzteile für das Pooling, hat sie durch ihr höheres Einkaufsvolumen eine bessere Verhandlungsmacht als einzelne KMU. Durch diese Skaleneffekte ist es möglich, dass Ersatzteile vom Hersteller zu einem niedrigeren Preis über die Plattform erworben werden können. Außerdem können Betreiber von Intralogistikanlagen Ersatzteile, welche Gefahr laufen obsolet zu werden, über die digitale Plattform an ein anderes Unternehmen verkaufen. Davon profitieren beide Unternehmen: Das eine Unternehmen, welches Ersatzteile besitzt, die schon obsolet sind oder Gefahr laufen es zu werden, kann diese verkaufen und hat somit keine direkten und indirekten Kosten durch das Entsorgen der obsoleten Teile. Das andere Unternehmen kann so Ersatzteile erwerben, die der Hersteller eventuell gar nicht mehr liefern könnte.

Eine Ersatzteilplattform kann neben den Anlagenbetreibern, die ihre Ersatzteile im Pool lagern, auch von Herstellern oder Dienstleistern im Independent Aftermarket und Planungs- und Beratungsbüros genutzt werden. Hersteller sollten sich der Potenziale einer digitalen Plattform ebenfalls bewusstwerden, dabei aber die Risiken nicht unterschätzen. Bei steigender Anzahl an Unternehmen in einem Netzwerk, steigt die Summe der verfügbaren Daten zu den jeweiligen Ersatzteilen. Mit diesen Daten entstehen durch Business Analytics Lerneffekte, durch die den Unternehmen auf der Plattform zum Beispiel gezeigt werden kann, welcher Hersteller ein besonders gutes Kosten-Leistungsverhältnis bietet. Innerhalb des Netzwerkes werden die Anlagenbetreiber ihren Partnern bestimmte Anlagen empfehlen, da auch der Nutzen des Netzwerkes steigt, je mehr Unternehmen dieselben Anlagen haben und somit genau dieselben Ersatzteile benötigen (positiver direkter Netzwerkeffekt). Der Hersteller, der sich

in diesem Netzwerk dank überlegener Produkte und Leistungen behaupten kann, bekommt somit eine bessere Marktstellung. Die Hersteller, die zum Beispiel nicht auf der Empfehlungsliste stehen, werden bei wachsendem Netzwerk immer mehr aus dem Markt gedrängt. Für Hersteller, die sich auf dieser digitalen Plattform behaupten können, ergeben sich durch die Transparenz der Daten über das Netzwerk hinweg erweiterte Möglichkeiten zur Verbesserung der Analyse der Ausfallwahrscheinlichkeiten und Ersatzteilbedarfe. Die digitale Plattform ermöglicht also eine Prozessoptimierung durch heterogene Daten aus dem Netzwerk und kann damit validierte Ergebnisse generieren. Hersteller können so Komponenten mit einer hohen Ausfallrate schneller identifizieren und technische Verbesserungen frühzeitig einleiten. Damit erhöht sich die Kundenzufriedenheit und folglich wird die Position des Herstellers auf der digitalen Plattform gefestigt.

8.2 Bewertung des Ersatzteilpoolings

Verfasser: Markus Jung

Um die in diesem Forschungsprojekt erlangten Erkenntnisse zu evaluieren und das Ersatzteilpooling in der Intralogistik eines Unternehmens etablieren zu können, wird im Folgenden anhand von Praxisdaten das Ersatzteilpooling bewertet. Es zeigt sich an diesen Fallbeispielen, die unterschiedliche Unternehmenstypen abbilden, wie sich diese Typen auf das Pooling auswirken und wie sich unterschiedliche Poolingparameter auf die Unternehmen auswirken. Durch diese Sensitivitätsanalyse konnte eine weitere Evaluation erfolgen.

Um festzustellen, ab wie vielen Jahren sich das Ersatzteilpooling für ein Unternehmen kostentechnisch lohnt, wurden mit Daten der Kostenrechnung kumulierte Investitions- und Ersparniscurven über zehn Jahre gebildet. Da jedes Unternehmen im Pool individuell ist, wurden diese exemplarisch fünf unterschiedlichen Unternehmenstypen zugeordnet. Abbildung 8-4 zeigt, wie sich die Kosten der ausgewählten Unternehmen im Laufe von zehn Jahren entwickeln. Deutlich wird dabei, dass zu Beginn für alle Unternehmen die Anfangsausgaben für Poolingbeiträge und Einstiegskosten bei 1.500 € liegen. Auch im zweiten Jahr des Poolings kann noch kein Unternehmen Ersparnisse generieren. Ab dem dritten Jahr werden bei ersten Unternehmen Ersparnisse generiert und die jeweiligen Unternehmen profitieren bereits von der Kooperation. Ab dem fünften Jahr profitieren im vorliegenden Beispiel alle Unternehmen von der Kooperation. Die Ersparniscurve für jedes Unternehmen steigt im Laufe der zehn Jahre weiter an, durch das Ersatzteilpooling können folglich Ersparnisse generiert und Kosten gesenkt werden.

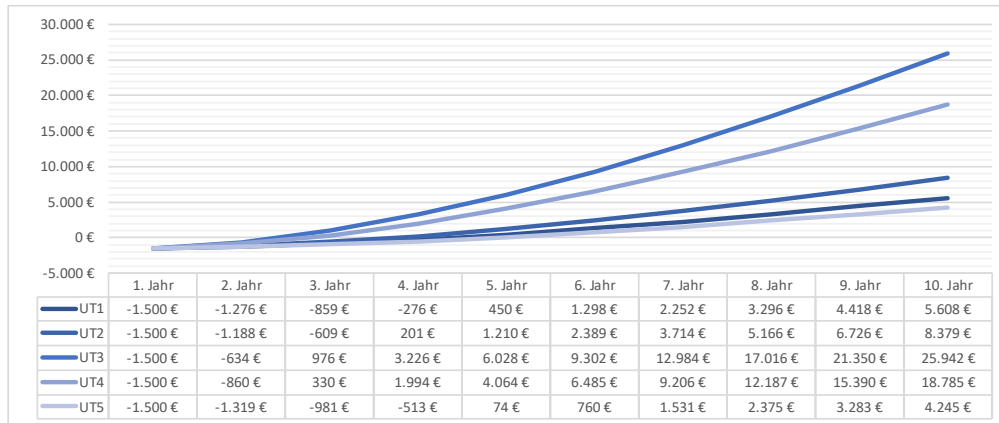


Abbildung 8-4: Kumulierte Investitions- und Ersparniscurven

Wichtig in diesem Kontext zu beachten ist die Tatsache, dass nicht alle Unternehmen über die gleiche Anzahl an Ersatzteilen verfügen (Ausgangspunkt der Sensitivität je Unternehmensgruppe). Aufgrund dessen können diese unterschiedliche Unternehmenstypen widerspiegeln. Um einen Überblick über die Anzahl der Ersatzteile des jeweiligen Unternehmens sowie deren Gesamtwert und den daraus resultierenden Mittelwert eines Ersatzteils zu geben, dient Tabelle 8-1.

Tabelle 8-1: Anzahl und Wert der Ersatzteile

	Anzahl an Ersatzteilen	Gesamtwert	Mittelwert der ET-Preise
Unternehmen 1	187 Stück	111.500 €	596 €
Unternehmen 2	360 Stück	84.400 €	243 €
Unternehmen 3	130 Stück	40.700 €	313 €
Unternehmen 4	275 Stück	106.400 €	387 €
Unternehmen 5	95 Stück	6.950 €	73 €

Ersparnisse werden durch Lagerkostensparnisse und die Verringerung von Anschaffungskosten generiert. Abbildung 8-5 verdeutlicht die jeweiligen Lagerkostensparnisse der Unternehmen im dritten Jahr der Poolingkooperation im Vergleich zum sechsten Jahr. Deutlich wird dabei, dass die Lagerkostensparnisse für jedes Unternehmen innerhalb der betrachteten Jahre zunehmen. Im Vergleich zum dritten Jahr der Kooperation hat sich die Lagerkostensparnis bis zum sechsten Jahr bei allen beteiligten Unternehmen verdoppelt. Dies lässt auf einen positiven Einfluss des Poolings auf die Kosten eines Unternehmens schließen.

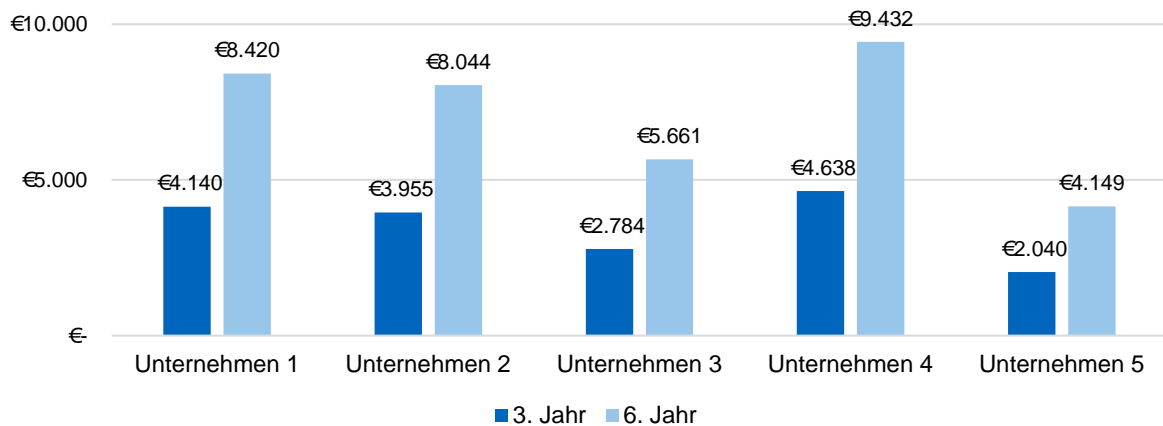


Abbildung 8-5: Lagerkostensparnisse im Vergleich

Das Regelwerk in ETKoop ergibt sich im Aufbau des Demonstrators und der Kostenmethodik. Diese sind so konstruiert, dass die Vorteilhaftigkeit eines Ersatzteilpoolings für jedes Unternehmen berechenbar ist. Durch die Integration versicherungstechnischer Fragestellungen und der Steuerungsprozesse läuft das Regelwerk implizit ab.

8.2.1 Zusätzliche Kosten des Ersatzteilpoolings

Neben den genannten Vorteilen, die sich für ein Unternehmen durch das Pooling von Ersatzteilen ergeben, gibt es auch zusätzliche Kosten. Aufgrund des ganzheitlichen Ansatzes des Forschungsprojekts soll daher im Folgenden näher auf diese eingegangen werden.

Poolingeintrittskosten

Um einem Pooling neu beizutreten, muss ein Unternehmen einen Betrag von 1.500 € entrichten. Dieser Betrag muss ebenfalls als anfallende Kosten berücksichtigt werden.

Lieferkosten

Zwar können Unternehmen durch Ersatzteilpooling ihre Bestandskosten reduzieren, allerdings ergibt sich dadurch auch der Nachteil, dass nicht alle Ersatzteile aus dem eigenen Bestand bereitgestellt werden können, sondern diese von einem Poolingpartner geliefert werden müssen. Damit Unternehmen, welche über einen großen Bestand verfügen und folglich häufiger Ersatzteile an Kooperationspartner ausliefern müssen, nicht im Nachteil sind, werden Lieferkosten erhoben, die vom nachfragenden Unternehmen getragen werden müssen. Bei der längerfristigen Betrachtung der Lieferkosten wird deutlich, dass diese im Zeitverlauf bei allen fünf betrachteten Unternehmen ansteigen (Abbildung 8-6).

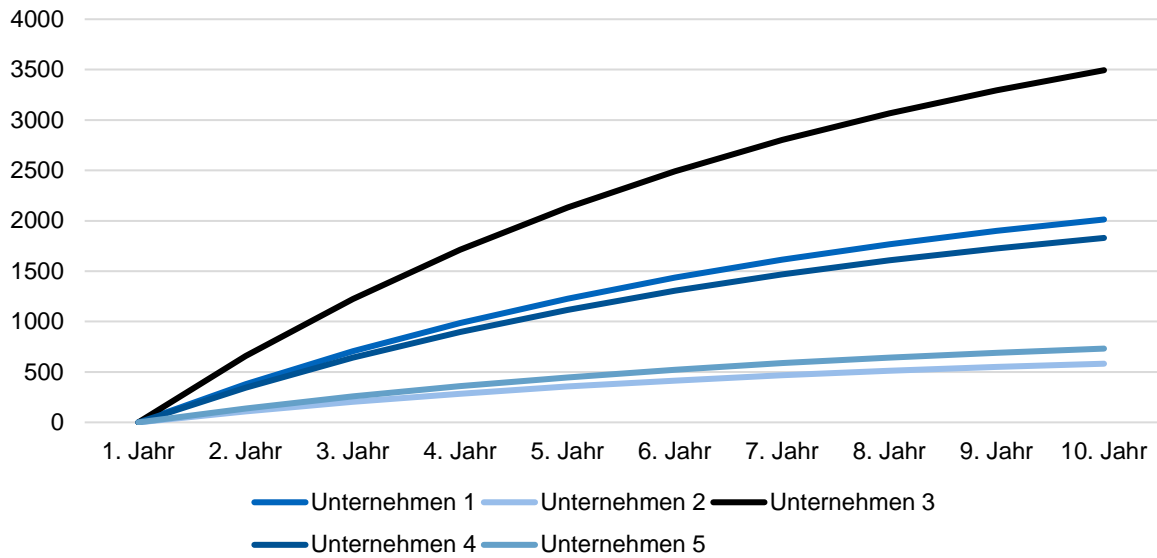


Abbildung 8-6: Entwicklung der Lieferkosten

Poolingjahresbeitrag

Um von einem kooperativen Bestandspooling von Ersatzteilen profitieren zu können, fallen zudem jährliche Poolingbeiträge an, welche von den teilnehmenden Unternehmen zu entrichten sind (Abbildung 8-7). Der Poolingjahresbeitrag setzt sich aus einem Anteil von 10 % des Werts der bestellten Ersatzteile bei den Partnerunternehmen zusammen. Bei den betrachteten Unternehmen steigt der Poolingjahresbeitrag im Zeitverlauf. Wichtig zu beachten ist in diesem Zusammenhang allerdings, dass ein großer Teil der Kosten des Poolings leistungsmengenneutral ist und infolgedessen der Poolingbeitragssatz bei steigender Anzahl von Partnerunternehmen sinken kann.

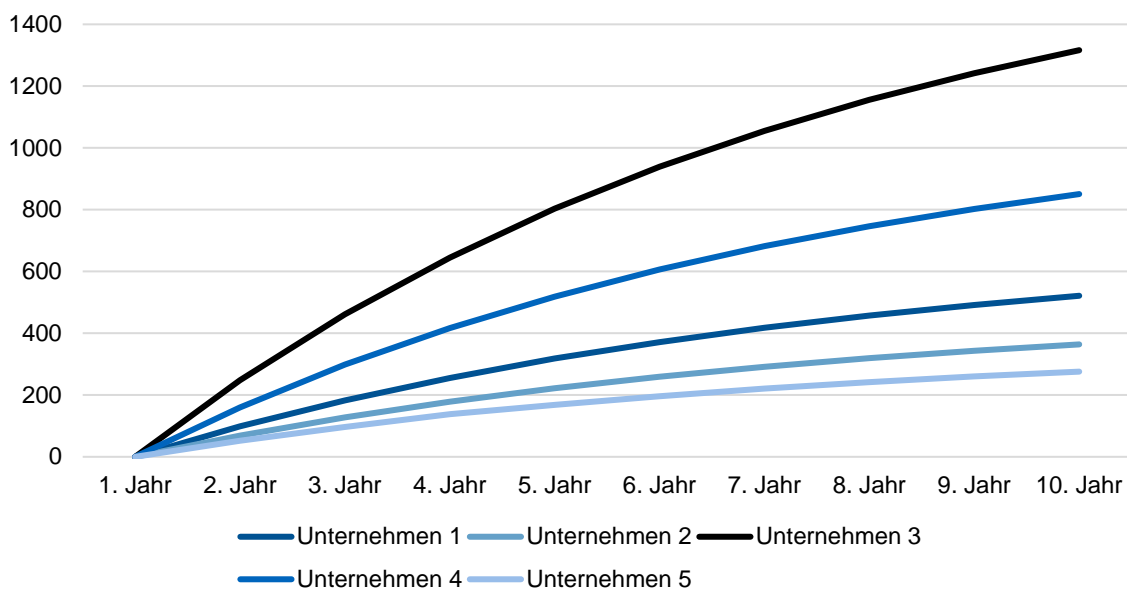


Abbildung 8-7: Poolingjahresbeitrag im Zeitverlauf

8.2.2 Verhältnis von Kosten und Ersparnissen des Ersatzteilpoolings

Setzt man die in den vorherigen Punkten behandelten Ersparnisse und Kosten des Ersatzteilpoolings ins Verhältnis, wird deutlich, dass im behandelten Beispiel das Ersparnispotential höher als die anfallenden Kosten ist. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass sich das Ersatzteilpooling lohnt. Abbildung 8-8 zeigt die Ersparnisse und Kosten der Unternehmen jeweils im dritten und sechsten Jahr des Ersatzteilpoolings im Vergleich. Obwohl mit jedem Jahr der Poolingmitgliedschaft Ausgaben für Lieferkosten und Poolingjahresbeitrag steigen, wächst die Ersparnis deutlich.

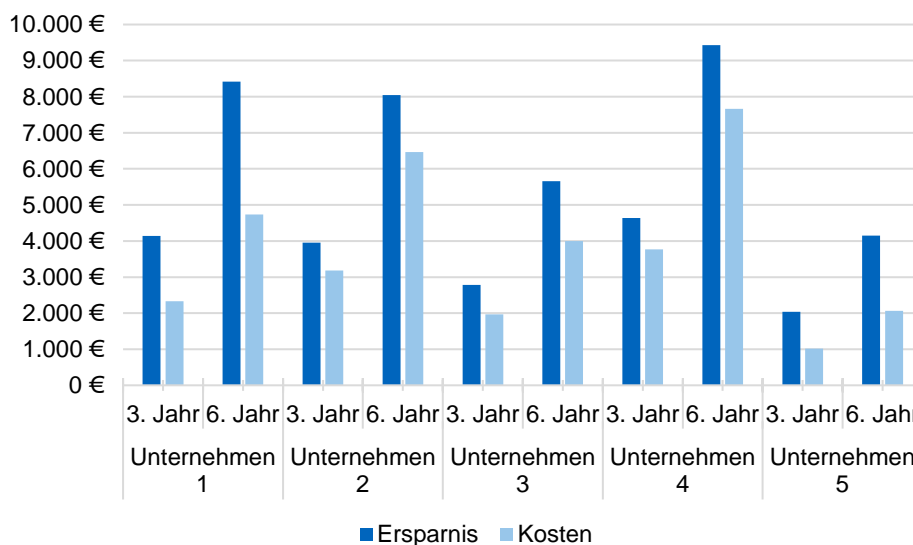


Abbildung 8-8: Verhältnis von Kosten und Ersparnis

Anhand der Analyse kann gezeigt werden, dass die positiven Aspekte eines kooperativen Bestandspoolings überwiegen. Obwohl Poolingbeiträge sowie Lieferkosten und ein Poolingjahresbeitrag geleistet werden müssen und auch im Zeitverlauf steigen, überwiegen langfristig die positiven Aspekte. Alle betrachteten Unternehmen können ihre Kosteneinsparungen im sechsten Jahr im Vergleich zum dritten Jahr steigern, sie überwiegen nach wie vor den anfallenden Kosten und lassen darauf schließen, dass sich ein Pooling von Ersatzteilen finanziell lohnt.

8.3 Evaluierung der webbasierten Kooperationsplattform

Verfasser: Yannic Hafner

Ziel ist die Evaluierung der webbasierten Kooperationsplattform (Kapitel 7). Diese stellt das zentrale Element zur Steuerung der Kooperation dar. Zur Evaluierung der Koope-

rationsplattform wurde die Plattform im Rahmen eines Anwendertages von den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses bewertet. Im Fokus stand hierbei die Bewertung der Benutzerfreundlichkeit und des Funktionsumfangs. Dazu sollten die Teilnehmer folgende Aufgaben auf der Plattform durchführen, um ein grundlegendes Verständnis über die Funktionalität zu bekommen:

- (1) Benutzeroberfläche und unterschiedliche Sichten je Benutzerrolle kennenlernen
- (2) Kooperationsnetzwerk / -partner anzeigen
- (3) Virtuellen kooperativ bevorrateten Ersatzteilbestand einsehen
- (4) Ersatzteile identifizieren und Bestellprozess einleiten
- (5) Ausstehende Bestellungen und Lieferaufträge prüfen und bearbeiten
- (6) Kennzahlen einsehen und überprüfen
- (7) Über existierende offene Beitrittsanfragen abstimmen

Nach der Durchführung der Aufgaben wurden die Anwender gebeten, je einen Fragebogen zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit und zur Funktionalität der Kooperationsplattform auszufüllen.

8.3.1 System Usability Scale

Der erste Fragebogen bewertet die Benutzerfreundlichkeit der Kooperationsplattform anhand des System Usability Scale (SUS). Der System Usability Scale ist ein technologieunabhängiger Fragebogen, der die Benutzerfreundlichkeit und Gebrauchstauglichkeit eines Systems anhand von zehn Fragen quantitativ bewertet [Lew-2009, S. 94]. Anhand der Bewertung der zehn Fragen nach der Likert-Skala wird ein SUS-Score berechnet, um aufwandsarm die Erfahrungen der Studienteilnehmer auszuwerten und Tendenzen abzuleiten.

Die zu bewertenden Aussagen des SUS-Fragebogens zeigt Tabelle 8-2.

Tabelle 8-2: Fragebogen System Usability Scale zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit

Aussage
Ich kann mir sehr gut vorstellen, das System regelmäßig zu nutzen.
Ich empfinde das System als unnötig komplex.
Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.
Ich denke, dass ich technischen Support brauchen würde, um das System zu nutzen.
Ich finde, dass die verschiedenen Funktionen des Systems gut integriert sind.
Ich finde, dass es im System zu viele Inkonsistenzen gibt.
Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Leute das System schnell zu beherrschen lernen.
Ich empfinde die Bedienung als sehr umständlich.
Ich habe mich bei der Nutzung des Systems sehr sicher gefühlt.
Ich musste eine Menge Dinge lernen, bevor ich mit dem System arbeiten konnte.

Zur Bewertung der Aussagen gibt es folgende Möglichkeiten:

- Stimme voll und ganz zu
- Stimme zu
- Neutral
- Stimme nicht zu
- Stimme überhaupt nicht zu

Die Punktwerte der Antworten zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit werden anhand der Likert-Skala zugewiesen (Zahlenwerte null bis vier). Für alle zehn Aussagen des SUS-Fragebogens werden die Zahlenwerte aller Aussagen aufsummiert und ein Mittelwert über alle Teilnehmer berechnet. Dieser Wert kann anschließend in den durchschnittlichen SUS-Score umgerechnet werden. Der SUS-Score bewertet die Benutzerfreundlichkeit anhand der Ausprägungen zwischen null (schlechteste vorstellbare Anwendung) und 100 (beste vorstellbare Anwendung). Eine Übersetzung der Bedeutung des SUS-Scores zeigt Abbildung 8-9.

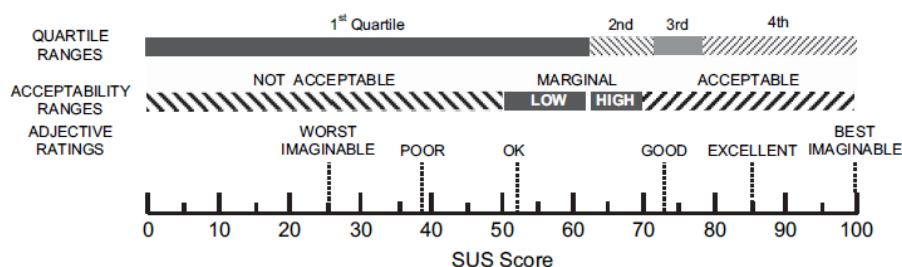


Abbildung 8-9: Übersetzung des SUS-Scores in Quartile, Akzeptierbarkeit und Adjektive [Ban-2008]

Die Auswertung der System Usability Scale zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit ergibt einen durchschnittlichen SUS-Score von 75 für die Kooperationsplattform. Damit ist die Benutzerfreundlichkeit der Kooperationsplattform als gut mit einer hohen Akzeptanz im dritten Quartil einzuordnen. Der SUS-Score zeigt, dass die Plattform grundsätzlich praxistauglich und intuitiv zu bedienen ist. Konkrete Rückschlüsse, an welcher Stelle noch Optimierungspotenzial existiert, können aus dem SUS-Score nicht abgeleitet werden.

8.3.2 Funktionalität der Kooperationsplattform

Zusätzlich zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit der Kooperationsplattform wird die Funktionalität dieser mit den in Tabelle 8-3 dargestellten Aussagen bewertet. Für die Auswertung des Fragebogens werden für die Skala „Stimme voll und ganz zu“ bis „Stimme überhaupt nicht zu“ Zahlenwerte von eins (negativ) bis fünf (positiv) festgelegt und je Aussage der Mittelwert über alle Teilnehmer gebildet.

Tabelle 8-3: Fragebogen zur Bewertung der Funktionalität

Aussage	Bewertung
Das System demonstriert, wie Ersatzteilkooperationen über eine digitale Plattform gesteuert werden können.	4,4
Das System bietet alle erforderlichen Funktionen zur Steuerung der Ersatzteilkooperation.	2,8
Die Funktionalität des Systems sollte erweitert werden.	4,0
Ich kann mir vorstellen, dass der Einsatz eines solchen Systems im Ersatzteilmanagement vorteilhaft ist.	4,4
Ich würde das System gerne zukünftig nutzen.	4,0

Es zeigt sich, dass die Plattform sehr gut demonstriert, wie Ersatzteilkooperationen über eine digitale Plattform gesteuert werden können. Das System wird als sehr vorteilhaft für den Einsatz im Ersatzteilmanagement angesehen. Den zukünftigen Einsatz eines solchen Systems befürworten die Teilnehmer deutlich.

Darüber hinaus ist erkennbar, dass sich die Teilnehmer eine Erweiterung der Funktionalität der Kooperationsplattform wünschen. Dementsprechend sollte das System um weitere Funktionen ergänzt werden, um die Ersatzteilkooperation zielgerichtet steuern zu können. Anhand der Freitextfelder konnte identifiziert werden, dass sich die Teilnehmer insbesondere eine direkte Schnittstelle zum ERP-System wünschen, um Doppelbuchungen und Bestandsabweichungen zu vermeiden. Diese Funktion lässt sich im Rahmen einer industriellen Fortführung ergänzen.

Insgesamt wurde die im Forschungsprojekt entwickelte Kooperationsplattform sowohl von der Benutzerfreundlichkeit, als auch von der Funktionalität sehr gut bewertet. Sie bietet dementsprechend eine vielversprechende Grundlage für zukünftige Ersatzteilplattformen und Kooperationen im Ersatzteilmanagement.

9 Zusammenfassung der Forschungsergebnisse und Ausblick

Verfasser: Yannic Hafner, Markus Jung

Nachfolgend soll eine kurze Zusammenfassung der Forschungsarbeit und ein Ausblick gegeben werden.

9.1 Zusammenfassung

Das Ziel des Forschungsprojekts war die Entwicklung eines ganzheitlichen Vorgehens zur Etablierung und Steuerung eines Ersatzteilpoolings in der Intralogistik. Dadurch soll der Zielkonflikt zwischen niedrigen Bevorratungskosten bei einem bedarfsgerechten Ersatzteilbezug und geringen Ausfallkosten bei Eigenbevorratung gelöst werden. Hierzu werden die Ersatzteilbestände mehrerer Kooperationspartner virtuell zu einem gemeinsamen Ersatzteilbestand zusammengeschlossen, auf den alle beteiligten Unternehmen zugreifen können.

Aufbauend auf der im Rahmen der Literaturrecherche identifizierten Forschungslücke wurden zunächst Anforderungen an die Kooperation und beteiligte Unternehmen sowie Eigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile identifiziert. Dazu wurden eine detaillierte Literaturanalyse und Expertenbefragungen durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass die Kooperation insbesondere einfach, transparent, effizient und branchenunabhängig ausgestaltet sein sollte. Die Unternehmen müssen die Rahmenbedingungen bereitstellen, um die kooperationsspezifischen Abläufe in ihre unternehmensspezifischen Prozesse integrieren zu können und sämtliche intralogistische Rahmenbedingungen der Lagerlogistik gewährleisten.

Durch die Identifikation von Haupteigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile konnten mit Hilfe von Data-Mining-Verfahren repräsentative Ersatzteilklassen gebildet und eine Liste poolinggeeigneter Ersatzteile auf Basis von Ersatzteildatensätzen abgeleitet werden.

Zur Steuerung des Ersatzteilpoolings wurden benötigte Prozesse ausgestaltet und in Management-, Kern- und Unterstützungsprozesse kategorisiert. Die Abläufe sind als

EPK transparent mit erforderlichen Verantwortlichkeiten dokumentiert. Für Sonderfälle, beispielsweise die zeitgleiche Bestellung von Ersatzteilen, wurden Entscheidungsregeln erarbeitet.

Zur Bewertung des Ersatzteilpoolings wurde ein Vorgehen zur Entscheidung über das Eingehen der Kooperation definiert und eine Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit hergeleitet. Zusätzlich konnten zur Steuerung der Kooperation relevante Kennzahlen abgeleitet werden.

Die erarbeiteten Ergebnisse wurden in einer entwickelten webbasierten Kooperationsplattform zusammengeführt. Hierzu wurden zunächst eine Applikationsarchitektur und ein Datenbankkonzept definiert. Nach der Entwicklung spezifischer Benutzerrollen und -rechte wurde eine webbasierte Kooperationsplattform entwickelt, die die erforderlichen Funktionalitäten zur operativen Steuerung des Ersatzteilpoolings ermöglicht.

Insgesamt konnte mit den erarbeiteten und evaluierten Ergebnissen ein Vorgehen zur Etablierung und Steuerung eines kooperativen Ersatzteilpoolings entwickelt werden. Die Zusammenführung der einzelnen Ergebnisse in der webbasierten Kooperationsplattform ermöglicht es interessierten Unternehmen, von den Vorteilen einer kooperativen Ersatzteilbevorratung zu profitieren.

9.2 Nutzen und industrielle Anwendungsmöglichkeiten

Die im Forschungsprojekt erzielten Ergebnisse ermöglichen es KMU, Effizienzvorteile im Ersatzteilmanagement zu generieren. Ersatzteile können mit Hilfe der entwickelten webbasierten Kooperationsplattform gemeinschaftlich bevorratet werden, wodurch bei einem verringerten benötigten Ersatzteilbestand die Systemverfügbarkeit für jedes einzelne Unternehmen erhöht wird. Dazu erforderliche Prozessabläufe und Regeln wurden definiert und ermöglichen eine aufwandsarme Umsetzung eines kooperativen Ersatzteilpoolings. KMU benötigen dementsprechend kein zusätzliches Know-how zur Etablierung und Steuerung eines Ersatzteilpoolings. Durch die entwickelte Methodik und Kooperationsplattform werden KMU befähigt, das Potenzial von Kooperation im Ersatzteilmanagement auszuschöpfen.

Über die Kooperationsplattform können u. a. benötigte Ersatzteile bestellt und zur Steuerung der Kooperation erforderliche Kennzahlen eingesehen werden. Größtmögliche Transparenz ist jederzeit gegeben und klare Benutzerrollen definieren Verantwortlichkeiten für anfallende Aufgaben. Eine vergrößerte Datenbasis durch den Zusammenschluss mehrerer Unternehmen befähigt die Kooperationspartner, zukünftig

verbesserte Ersatzteilbedarfsprognosen abzuleiten und erforderliche Kosten weiter zu senken. Ersatzteile mit einer hohen Ausfallrate können identifiziert und entsprechende Maßnahmen zur Verbesserung eingeleitet werden.

Ersatzteillieferanten profitieren ebenfalls von einer erhöhten Transparenz. Mit Hilfe der im Netzwerk gewonnenen Erkenntnisse über Ersatzteilausfälle können Schwachstellen bei Ersatzteilen leichter identifiziert und zukünftig ausgebessert werden. Darüber hinaus wird die Kundenbetreuung durch den Zusammenschluss mehrerer Unternehmen zu einem Ersatzteilpooling vereinfacht und durch das Anbieten des Services in Form einer Anbindung an ein Ersatzteilpooling eine stärkere Kundenbindung aufgebaut.

Für alle interessierten Unternehmen besteht die Möglichkeit einer Verwendung und Weiterentwicklung der webbasierten Kooperationsplattform, die allen Interessenten diskriminierungsfrei zur Verfügung gestellt wird.

9.3 Ausblick

Die im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeiteten Ergebnisse befähigen interessierte Unternehmen, ein kooperatives Ersatzteilmanagement aufzubauen. Die Ergebnisse konnten mit den Mitgliedern des projektbegleitenden Ausschusses evaluiert werden. Dennoch empfiehlt sich aufgrund der Ersatzteilbedarfsdaten, die einer großen Variabilität unterliegen, eine weitere Erprobung des Konzepts über einen längeren Zeitraum in einem Netzwerk aus KMU mit Intralogistiksystemen, um weitere Erkenntnisse zur Praxistauglichkeit zu gewinnen. Dazu kann das Konzept beispielsweise parallel zum klassischen Ersatzteilmanagement implementiert werden.

Zusätzlich sollte im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbewertung die Veränderung der Kooperationszusammensetzung über die Zeit bei Ein- und Austritten von Unternehmen berücksichtigt werden. In heterogenen Ersatzteilkoperationen verändert eine geänderte Ersatzteilmachfrage die Effizienz und Einsparpotenziale der Kooperationspartner. Neue Ersatzteile können sich bei einer geänderten Ersatzteilmachfrage ggf. wirtschaftlich kooperativ bevorraten lassen, wohingegen andere Ersatzteile keine Poolingeneignung mehr aufweisen.

Darüber hinaus sollte eine Erweiterung des Funktionsumfangs der entwickelten webbasierten Kooperationsplattform fokussiert werden. So kann die direkte Integration der Lieferanten hilfreich sein, um über eine zentrale Plattform auch Ersatzteile nachbestellen zu können oder ein Pooling von verfügbarem Instandhaltungspersonal dazu bei-

tragen, den Mehrwert der Kooperation zu erhöhen. Des Weiteren bietet sich die Definition von Ersatzteilbedarfsklassen an. Dadurch kann individuell für besonders kritische Ersatzteile eine verkürzte Bereitstellungszeit vereinbart werden, wodurch die Flexibilität und Adaptivität des Konzepts erhöht werden. Die Maßnahmen führen letztendlich zu einer verstärkten Praxistauglichkeit des Produkts und vereinfachen interessierten KMU den Beitritt zu einer solchen Ersatzteilkooperation.

Literaturverzeichnis

- [Abe-2006] Aberdeen Group: The Asset Management Benchmark Report – Moving Toward Zero Downtime. In: The Asset Management Benchmark Report (2006), S. 1–30.
- [Agg-2015] Aggarwal, C. C.: Data Mining – The Textbook. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2015.
- [All-2018] Allen, I.: The Brutal Lifecycle of JavaScript Frameworks. <https://stackoverflow.blog/2018/01/11/brutal-lifecycle-javascript-frameworks/>, Aufruf am 07.08.2019.
- [Arn-2006] Arnold, D.: Intralogistik – Potentiale, Perspektiven, Prognosen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.
- [Arn-2008] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.; Tempelmeier, H.; Furmans, K.: Handbuch Logistik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [Ban-2008] Bangor, A.; Kortum, P. T.; Miller, J. T.: An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. In: International Journal of Human-Computer Interaction, Jg. 24 (2008) Nr. 6, S. 574–594.
- [Ban-2008] Bankhofer, U.; Vogel, J.: Datenanalyse und Statistik – Eine Einführung für Ökonomen im Bachelor. GWV Fachverlage, Wiesbaden, 2008.
- [Bau-2001] Baumgartner, H.; Ebert, K.; Schleider, K.: Regeln zur Modellierung von ereignisgesteuerten Prozessketten. In: Kaufmännische ZPG Mitteilungen (2001) Nr. 24
- [Ber-2010] Berry, M. W.; Kogan, J.: Text Mining. John Wiley & Sons, Chichester, 2010.
- [Boo-2001] Boone, N. D.: Vernetzung dezentraler Lagersysteme im Großhandel – Service- und Kostenoptimierung im Lagerverbund. Herbert Utz Verlag, München, 2001.
- [Bru-2015] Bruell, L.: Modellbasiertes Ersatzteilmanagement und -pooling. <https://www.chemanager-online.com/themen/logistik/modellbasiertes-ersatzteilmanagement-und-pooling>, Aufruf am 09.07.2019.

- [Büh-2008] Bühl, A.: SPSS 16 – Einführung in die moderne Datenanalyse. Pearson Studium, München, Boston, San Francisco, 2008.
- [Cha-2006] Chamoni, P.; Gluchowski, P.: Analytische Informationssysteme. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.
- [Chi-2015] Chimucheka, T.; Mandipaka, F.: Challenges faced by small, medium and micro enterprises in the Nkonkobe Municipality. In: The International Business & Economics Research Journal, Jg. 14 (2015) Nr. 2, S. 309–316.
- [Cho-2015] Choudary, S. P.: Platform Scale – How an emerging business model helps startups build large empires with minimum investment. Platform Thinking Labs, Boston, 2015.
- [Cle-2016] Cleve, J.: Data Mining. De Gruyter, Berlin, 2016.
- [DIN-24420] Deutsches Institut für Normung: Ersatzteillisten. DIN Nr. 24420, 1976.
- [Dom-2008] Dombrowski, U.; Schulze, S.: Lebenszyklusorientiertes Ersatzteilmanagement — Neue Herausforderungen durch innovationsstarke Bauteile in langlebigen Primärprodukten. In: Nyhuis, P. (Hrsg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008, S. 439–462.
- [Elb-2016] Elbe, M.; Peters, S.: Die temporäre Organisation – Grundlagen der Kooperation, Gestaltung und Beratung. Springer Gabler, Berlin, Heidelberg, 2016.
- [Fel-2008] Feldman, R.; Sanger, J.: The text mining handbook – Advanced approaches in analyzing unstructured data. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2008.
- [Fen-2009] Feng, X.; Shen, J.; Fan, Y.: REST: An alternative to RPC for Web services architecture. In: Zhang, H. (Hrsg.): International Conference on Future Information Networks. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Piscataway, 2009, S. 7–10.
- [Fie-2014] Fiestras-Janeiro, M. G.; García-Jurado, I., Meca, A.; Mosquera, M. A.: Centralized inventory in a framing community. In: Journal of Business Economics, Jg. 84 (2014) Nr. 7, S. 983–997.

- [Fre-2010] Freyberg, B. v.; Aisenbrey, A. (Hrsg.): Hospitality Controlling – Erfolgreiche Konzepte für die Hotellerie. Schmidt, Berlin, 2010.
- [Fri-1998] Friese, M.: Kooperation als Wettbewerbsstrategie für Dienstleistungsunternehmen. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1998.
- [Fri-2010] Friedl, G.; Hofmann, C.; Pedell, B.: Kostenrechnung. Vahlen, München, 2010.
- [Gal-2005] Gallagher, T.; Mitchke, M. D.; Rogers, M. C.: Profiting from spare parts. In: The McKinsey Quarterly (2005)
- [GIZ-2015] GIZ GmbH: Erfolgsfaktor Prozesse. In: GIZ GmbH (Hrsg.): Kooperationsmanagement in der Praxis. Springer Gabler, Wiesbaden, 2015, S. 207–226.
- [GIZ-2015] GIZ GmbH (Hrsg.): Kooperationsmanagement in der Praxis – Gesellschaftliche Veränderungen gestalten mit Capacity WORKS. Springer Gabler, Wiesbaden, 2015.
- [Glü-2012] Glückler, J.; Dehning, W.; Janneck, M.; Armbrüster, T.: Unternehmensnetzwerke – Architekturen, Strukturen und Strategien. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012.
- [Goo-2019] Google: Angular Versioning and Releases. <https://angular.io/guide/releases>, Aufruf am 14.08.2019.
- [Gra-2002] Granthien, M.: Kooperatives Instandhaltungsengineering – Gestaltungsmöglichkeiten der Anlagenerhaltung. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2002.
- [Gud-2011] Gudehus, T.: Logistik – Grundlagen - Strategien - Anwendungen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011.
- [Gul-2012] Gulati, R.; Wohlgezogen, F.; Zhelyazkov, P.: The Two Facets of Collaboration: Cooperation and Coordination in Strategic Alliances. In: Academy of Management Annals, Jg. 6 (2012), S. 531–583.
- [Haa-2010] Haasis, H.; Zimmermann, F.; Plöger, M.; Haasis, H.-D.; Zimmermann, F.; Plöger, M.: Unternehmensübergreifende Bestandsallokation mittels softwarebasierter Multiagenten-Systeme. In: Bogaschewsky, R., et al. (Hrsg.): Supply Management Research. Springer Gabler, Wiesbaden, 2010, S. 263–276.

- [Haf-2018] Hafner, Y.; Jung, M.: Kooperatives Bestandspooling von Ersatzteilen. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jg. 113 (2018) Nr. 4, S. 199–202.
- [Haf-2019] Hafner, Y.; Müller, C.; Jung, M.; Fottner, J.: Ersatzteilverteilung im Kooperationsnetzwerk – Einsparungen im Ersatzteilmanagement durch Kooperationen. In: Jahrbuch Logistik (2019), S. 23–26.
- [Has-2015] Hashimi, H.; Hafez, A.; Mathkour, H.: Selection criteria for text mining approaches. In: Computers in Human Behavior, Jg. 51 (2015), S. 729–733.
- [Hir-1998] Hirschmann, P.: Kooperative Gestaltung unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Springer Gabler, Wiesbaden, 1998.
- [Hom-2011] Hompel, M. ten; Sadowsky, V.; Beck, M.: Kommissionierung – Materialflusssysteme 2 - Planung und Berechnung der Kommissionierung in der Logistik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011.
- [Hor-1989] Horváth, P.; Mayer, R.: Prozeßkostenrechnung: der neue Weg zu mehr Kostentransparenz und wirkungsvolleren Unternehmensstrategien. In: Controlling, Jg. 1 (1989), S. 214–219.
- [Ins-2010] Institut für Unternehmungsführung und Organisation: Prozessmodellierung und -dokumentation. Institut für Unternehmungsführung und Organisation, Umfrage zu Prozessmanagement, 2010.
- [IPR-2010] IPRI: Schlussbericht Forschungsprojekt GET, 2010.
- [Jun-2018] Jung, M.; Schäfer, S.; Hafner, Y.: Nutzen von Kooperationen auf einer digitalen Plattform. In: Beschaffung aktuell, Jg. 9 (2018), S. 44–45.
- [Kar-2014] Karsten, F.; Basten, R.: Pooling of spare parts between multiple users – How to share the benefits? In: European Journal of Operational Research (2014) Nr. 233-1, S. 94–104.
- [Ker-2013] Kersten, W. (Hrsg.): Kompetenz, Interdisziplinarität und Komplexität in der Betriebswirtschaftslehre. Springer Gabler, Wiesbaden, 2013.
- [Kil-2004] Kilpi, J.; Vepsäläinen, A.: Pooling of spare components between airlines. In: Journal of Air Transport Management, Jg. 10 (2004), S. 137–146.

- [Kin-2009] Kinkel, S. (Hrsg.): Erfolgsfaktor Standortplanung – In- und ausländische Standorte richtig bewerten. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.
- [Kle-2005] Kleinschmidt, P.; Rank, C.: Relationale Datenbanksysteme – Eine praktische Einführung. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2005.
- [Kle-2010] Klein, A. (Hrsg.): Controlling-Instrumente für die Konzernsteuerung – Gestaltung von Aufbau- und Ablauforganisation, betriebswirtschaftliche und rechtliche Aspekte, Kennzahlen für die Konzernsteuerung, Prozessoptimierung und IT-Unterstützung. Haufe-Mediengruppe, Freiburg, 2010.
- [KNI-2018] KNIME: KNIME Analytics Platform. Open, intuitive, integrative data science. <https://www.knime.com/knime-software/knime-analytics-platform>, Aufruf am 14.08.2019.
- [Kno-2009] Knop, R.: Erfolgsfaktoren strategischer Netzwerke kleiner und mittlerer Unternehmen – Ein IT-gestützter Wegweiser zum Kooperationserfolg. Springer Gabler, Wiesbaden, 2009.
- [Koc-2004] Koch, M.: Building Community Mirrors with Public Shared Displays. In: Proc. eChallenges (2004)
- [Kuh-2006] Kuhn, A.; Schuh, G.; Stahl, B.: Nachhaltige Instandhaltung – Trends, Potenziale und Handlungsfelder nachhaltiger Instandhaltung. VDMA-Verlag, Frankfurt am Main, 2006.
- [Kuk-2001] Kukreja, A.; Schmidt, C. P.; Miller, D. M.: Stocking Decisions for Low-Usage Items in a Multilocation Inventory System. In: Management Science, Jg. 47 (2001) Nr. 10, S. 1371–1383.
- [Kuß-2014] Kuß, A.; Wildner, R.; Kreis, H.: Marktforschung. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014.
- [Lew-2009] Lewis, J. R.; Sauro, J.: The Factor Structure of the System Usability Scale. In: Kurosu, M. (Hrsg.): Human centered design. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009, S. 94–103.
- [Mar-2016] Martin, H.: Transport- und Lagerlogistik – Systematik, Planung, Einsatz und Wirtschaftlichkeit. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2016.

- [Mei-2000] Meier, M.; Beckh, M.: Text Mining. In: Wirtschaftsinformatik, Jg. 42 (2000) Nr. 2, S. 165–167.
- [Mei-2010] Meier, A.: Relationale und postrelationale Datenbanken. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2010.
- [Men-1994] Mengele, J.: Horizontale Kooperation als Markteintrittsstrategie im Internationalen Marketing. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1994.
- [Mik-2005] Mikosch, C.: Industrierversicherungen. Springer Gabler, Wiesbaden, 2005.
- [Mon-2018] Monzer, B.: Ausgestaltungsformen einer Kooperation zur Ersatzteilbevorratung. Semesterarbeit. fml - Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München, München, 2018.
- [Mül-2018] Müller, C.: Kostenoptimaler Ersatzteilbestand und effiziente Ersatzteilverteilung im Kooperationsnetzwerk. Semesterarbeit. fml –Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München, München, 2018.
- [Net-2019] Netcraft: Web Server Survey. <https://news.netcraft.com/archives/category/web-server-survey>, Aufruf am 14.08.2019.
- [Par-2012] Partanen, J.; Möller, K.: How to build a strategic network: A practitioner-oriented process model for the ICT sector. In: Industrial Marketing Management, Jg. 41 (2012) Nr. 3, S. 481–494.
- [Par-2016] Parker, G.; van Alstyne, M. W.; Jian, X.: Platform Ecosystems: How Developers Invert the Firm. In: MIS Quarterly, Jg. 41 (2016) Nr. 1, S. 255–266.
- [Paw-2013] Pawellek, G.: Integrierte Instandhaltung und Ersatzteillogistik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [Pfo-2005] Pfohl, H.-C.; Trumppheller, M.: Logistikmarkt in China: Rahmenbedingungen und Einstiegsstrategien. In: Jahrbuch Logistik (2005), S. 20–27.
- [Phu-2018] Phung, T. M. D.: Steuerungsprozesse für ein Kooperatives Bestandspooling von Ersatzteilen. Bachelorarbeit. Lehrstuhl für Fördertechnik

- Materialfluss Logistik, Technische Universität München, München, 2018.
- [Pol-2010] Polster-Grüll, B.: Cash Pooling – Modernes Liquiditätsmanagement aus finanzwirtschaftlicher, rechtlicher und steuerlicher Sicht. Linde International, Wien, 2010.
- [Pre-2008] Preisach, C.; Burkhardt, H.; Schmidt-Thieme, L.; Decker, R.: Data Analysis, Machine Learning and Applications. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.
- [Qi-2018] Qi, C.; Fourie, A.; Ma, G.; Tang, X.; Du, X.: Comparative Study of Hybrid Artificial Intelligence Approaches for Predicting Hangingwall Stability. In: Journal of Computing in Civil Engineering, Jg. 32 (2018) Nr. 2, S. 4017086.
- [Rie-2001] Ries, A.: Controlling in Virtuellen Netzwerken – Managementunterstützung in dynamischen Kooperationen. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2001.
- [Sam-2011] Samat, H. A.; Kamaruddin, S.; Azid, I. A.: Maintenance Performance Measurement: A Review. In: Pertanika Journal of Science & Technology, Jg. 19 (2011) Nr. 2, S. 199–211.
- [Sch-1995] Scheer, A.-W.: Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1995.
- [Sch-2006] Schwelm, P.: Möglichkeiten und Vorteile durch Poolingbildung - Kostendruck meistern - Erfolgreiche Lösungen aus der Industrie. Vortrag. Bayer Industry Services, 2006.
- [Sch-2015] Schillinger, R.; Wortmann, B.; Buß, D.: Ressourcenschonende Chemieparklogistik. In: Voß, P. H. (Hrsg.): Logistik – eine Industrie, die (sich) bewegt. Springer Gabler, Wiesbaden, 2015, S. 173–190.
- [See-2006] Seemann, J.; Gudenberg, J.: Software-Entwurf mit UML 2 – Objektorientierte Modellierung mit Beispielen in Java. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.
- [See-2010] Seeck, S.: Erfolgsfaktor Logistik – Klassische Fehler erkennen und vermeiden. Springer Gabler, Wiesbaden, 2010.

- [Sei-2017a] Seiter, M.: Business Analytics – Effektive Nutzung fortschrittlicher Algorithmen in der Unternehmenssteuerung. Franz Vahlen, München, 2017.
- [Sei-2017b] Seiter, M.; Endres, F.; Ohmer, C.; Schönherr, C.; Schüler, F.; Weisenburger, M.: Das Zeitalter der Plattformen – Zentrale Aspekte des Managements und Controllings digitaler Plattformen. In: Horváth, P.; Michel, U. (Hrsg.): Unternehmenssteuerung der Zukunft. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2017, S. 53–68.
- [Sim-2017] Simons, D.; Maier, H.: Arbeitskreis Verrechnungspreise – Kurzinformativ, 2017.
- [Spr-2009] Sprotte, A.: Performance Measurement auf der Basis von Kennzahlen aus betrieblichen Anwendungssystemen: Entwurf eines kennzahlengestützten Informationssystems für einen Logistikdienstleister. In: Arbeitsberichte aus dem Fachbereich Informatik (2009) Nr. 9, S. 1–85.
- [Ste-2014] Steiner, R.: Grundkurs Relationale Datenbanken. Springer Gabler, Wiesbaden, 2014.
- [Str-2008] Strohmeier, S.: Datenbanksysteme. In: Strohmeier, S. (Hrsg.): Informationssysteme im Personalmanagement: Architektur. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2008, S. 55–67.
- [Swa-2001] Swanson, L.: Linking maintenance strategies to performance. In: International Journal of Production Economics, Jg. 70 (2001) Nr. 3, S. 237–244.
- [Syd-2003] Sydow, J.; Duschek, S.; Möllering, G.; Rometsch, M.: Kompetenzentwicklung in Netzwerken – Eine typologische Studie. Springer VS, Wiesbaden, 2003.
- [Syd-2010] Sydow, J.: Management von Netzwerkorganisationen – Beiträge aus der Managementforschung. Springer Gabler, Wiesbaden, 2010.
- [Ten-2019] Tenckhoff, B.; Siegmann, S.: Vernetztes Betriebssicherheitsmanagement. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2019.
- [Urb-2018] Urban, D.; Mayerl, J.: Angewandte Regressionsanalyse: Theorie, Technik und Praxis. Springer VS, Wiesbaden, 2018.

- [Urb-2019] Urban, T.: Finanzierungskonzepte digitaler Plattformen für Kooperationen im Ersatzteilmanagement. Masterarbeit. fml –Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München, München, 2019.
- [VDI-2892] VDI Verein Deutscher Ingenieure: Ersatzteilwesen der Instandhaltung. VDI-Richtlinie Nr. 2892, 2006.
- [Wae-2002] Waeyenbergh, G.; Pintelon, L.: A framework for maintenance concept development. In: International Journal of Production Economics, Jg. 77 (2002) Nr. 3, S. 299–313.
- [Wag-2013] Wagner, R.: Kooperative Technologieentwicklung – Eine Mehrebenenanalyse von Absorptive Capacity-Praktiken. Kölner Wissenschaftsverlag, Köln, 2013.
- [Wan-2014] Wannenwetsch, H.: Integrierte Materialwirtschaft, Logistik und Beschaffung. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014.
- [Wei-2012] Weißenbach, A.; Scheid, W.-M.; Vojdani, N.; Schmidt, T.: Verbundinstandhaltung bei Kleinstunternehmen, kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) – Ein Konzept für neue Organisationsformen der Instandhaltung. Dissertation. Fakultät für Maschinenbau, Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, 2012.
- [Wil-2000] Wildemann, H. (Hrsg.): Supply chain management. TCW-Verlag, München, 2000.
- [Wil-2012] Wildemann, H.: Entwicklungspartnerschaften in der Automobil- und Zulieferindustrie. TCW-Verlag, München, 2012.
- [Woj-2006] Wojda, F.: Innovative Kooperationsnetzwerke. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2006.
- [Zen-2003] Zentes, J.; Swoboda, B.; Morschett, D. (Hrsg.): Kooperationen, Allianzen und Netzwerke: Grundlagen - Ansätze - Perspektiven. Springer Gabler, Wiesbaden, 2003.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Arbeitspakete des Forschungsprojekts und Strukturierung des Forschungsberichts	3
Abbildung 2-1: Die vier Phasen des Netzwerkmanagements [Syd-2010, S. 396]	6
Abbildung 3-1: Visualisierung der Methodik	12
Abbildung 3-2: Erarbeiteter Referenzprozess der Intralogistik	15
Abbildung 3-3: Singuläre Strategien zur Ersatzteilbedarfsdeckung	20
Abbildung 3-4: Haupteigenschaften poolinggeeigneter Ersatzteile [Haf-2018, S. 202]	24
Abbildung 4-1: Darstellung eines der verwendeten KNIME-Workflows	35
Abbildung 4-2: Workflow zur Zusammenfassung gleicher Objekte	35
Abbildung 4-3: Arten der Business Analytics-Methoden [Sei-2017a]	36
Abbildung 4-4: ABC-Analyse Data-Mining	37
Abbildung 4-5: XYZ-Analyse mit allen Teilen	38
Abbildung 4-6: XYZ-Analyse bei reduziertem Datensatz	38
Abbildung 4-7: Herangehensweise und Limitationen der XYZ-Analyse	39
Abbildung 4-8: Cluster-Analyse als Validierung der XYZ-Analyse	40
Abbildung 4-9: Entwicklung der Langsamdreher L0 über die Zeit	44
Abbildung 4-10: Korrelationsmatrix	44
Abbildung 5-1: Prozesslandkarte	50
Abbildung 5-2: EPK - Eintritt eines Unternehmens	52
Abbildung 5-3: EPK - Austritt eines Unternehmens	53
Abbildung 5-4: EPK - Kooperationsplanung	55
Abbildung 5-5: EPK - Bestellung von Ersatzteilen im Bedarfsfall	57
Abbildung 5-6: EPK - Nachbestellung von Ersatzteilen beim Lieferanten	58
Abbildung 5-7: UML-Aktivitätendiagramm - Überprüfung der Poolingegnung der Ersatzteile	59
Abbildung 5-8: UML-Aktivitätendiagramm - Berechnung der optimalen Bestandshöhen	61
Abbildung 5-9: UML-Aktivitätendiagramm - Verteilung der Ersatzteile im Netzwerk	62
Abbildung 5-10: EPK - Betreuung der Plattform (IT)	63
Abbildung 5-11: EPK - Inhaltliche Betreuung der Plattform	64
Abbildung 5-12: Entscheidungsregeln für Sonderfälle	65

Abbildung 6-1: Phasen der Poolingbildung	70
Abbildung 6-2: Veränderung des Anteils, zu dem der Ersatzteilbestand verringert werden kann	73
Abbildung 6-3: Veränderung des Poolingbeitragssatzes	74
Abbildung 6-4: Veränderung der Lieferkostenhöhe von Partner zu Partner	74
Abbildung 6-5: Veränderung des Bevorratungskostensatzes	75
Abbildung 6-6: Veränderung der Anschaffungskostenvorteile bei Nachbestellung als Einkaufsgemeinschaft	76
Abbildung 6-7: Auswertung kritischer Erfolgsfaktoren der Gruppendiskussion	78
Abbildung 6-8: Standardfall des Ersatzteilpoolings	80
Abbildung 6-9: Gründung einer Poolinggesellschaft	80
Abbildung 6-10: Veränderte Wertschöpfung digitaler Plattformen	82
Abbildung 6-11: Erfolgsfaktoren digitaler Plattformen	83
Abbildung 6-12: Kriterien zur Bewertung von Kennzahlen	85
Abbildung 7-1: Applikationsarchitektur der Kooperationsplattform	92
Abbildung 7-2: Kommunikation zwischen Client und Server während des Authentifizierungsvorgangs	93
Abbildung 7-3: Datenbankkonzept der Kooperationsplattform	94
Abbildung 7-4: Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform aus Sicht des Platform Admins	99
Abbildung 7-5: Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform aus Sicht des Users	100
Abbildung 7-6: Benutzeroberfläche der Kooperationsplattform aus Sicht des Prospective Users	101
Abbildung 7-7: Kooperativer Ersatzteilbestand auf der Kooperationsplattform	101
Abbildung 7-8: Anzeige der Lagerorte eines ausgewählten Ersatzteils	102
Abbildung 7-9: Anzeige des Warenkorbs zur Prüfung der aktuellen Bestellung	102
Abbildung 7-10: Ausstehende Bestellungen	103
Abbildung 7-11: Ausstehender Lieferauftrag	104
Abbildung 7-12: Initiierung des Eintritts eines neuen Unternehmens	104
Abbildung 7-13: Abstimmung über bestehende Beitrittsanfragen neuer Unternehmen	105
Abbildung 7-14: Negatives Abstimmungsergebnis einer vergangenen Beitrittsabstimmung	106
Abbildung 7-15: Ausschnitt des KPI-Dashboards	106
Abbildung 7-16: Benutzerverwaltung aus Sicht des Company Local Admins	107

Abbildung 8-1: Anzahl Ersatzteile im Pooling, um eine fixe Instandhaltungssicherheit zu garantieren	111
Abbildung 8-2: Anzahl Ersatzteile pro Unternehmen	111
Abbildung 8-3: Bevorratungskosten pro Jahr und Unternehmen in einem Ersatzteilpooling	112
Abbildung 8-4: Kumulierte Investitions- und Ersparniskurven	114
Abbildung 8-5: Lagerkostenersparnisse im Vergleich	115
Abbildung 8-6: Entwicklung der Lieferkosten	116
Abbildung 8-7: Poolingjahresbeitrag im Zeitverlauf	116
Abbildung 8-8: Verhältnis von Kosten und Ersparnis	117
Abbildung 8-9: Übersetzung des SUS-Scores in Quartile, Akzeptierbarkeit und Adjektive [Ban-2008]	119

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Morphologie von Ausgestaltungskriterien des kooperativen Ersatzteillpoolings [Haf-2018]	13
Tabelle 3-2: Merkmale zur Klassifikation von Ersatzteilen in der Intralogistik	18
Tabelle 3-3: Ausprägungsempfehlungen von Ersatzteilen in der Intralogistik für ein Ersatzteillpooling	24
Tabelle 3-4: Anforderungskatalog für ein kooperatives Ersatzteillpooling	28
Tabelle 4-1: Lagerhaltungskosten	40
Tabelle 4-2: Ersatzteilpreis	41
Tabelle 4-3: Ermittlung der relativen Produktvielfalt	42
Tabelle 4-4: Übersicht Elektromotoren	42
Tabelle 4-5: Bewegung der Langsamdreher im Zeithorizont	43
Tabelle 4-6: Kombination ABC und XYZ-Analyse	45
Tabelle 5-1: EPK-Modellierung [Sch-1995, S. 11; Bau-2001, S. 6f]	48
Tabelle 5-2: UML-Modellierung [See-2006, S. 28ff.]	49
Tabelle 6-1: Kennzahlen aus Sicht des Pools bzw. Betreibersicht	85
Tabelle 6-2: Durchschnittswerte der Kennzahlenbewertung aus Sicht der Betreiber	86
Tabelle 6-3: Durchschnittswerte der Kennzahlenbewertung aus Sicht der beteiligten Unternehmen	87
Tabelle 7-1: Funktionen und Aufgaben der Kooperationsplattform	90
Tabelle 7-2: Spare Part-Tabelle	95
Tabelle 7-3: Inventory-Tabelle	96
Tabelle 7-4: Deposit-Tabelle	96
Tabelle 7-5: Benutzerrollen, spezifische Aufgaben und Zuständigkeiten	97
Tabelle 8-1: Anzahl und Wert der Ersatzteile	114
Tabelle 8-2: Fragebogen System Usability Scale zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit	119
Tabelle 8-3: Fragebogen zur Bewertung der Funktionalität	120

Tabelle A-1: Leitfaden Experteninterview - Ersatzteilqualifikation	A-1
Tabelle A-2: Leitfaden Experteninterview - Anforderungen an Partner / beteiligte Unternehmen	A-4
Tabelle A-3: Leitfaden Experteninterview - Anforderungen an die Kooperation	A-5

Anhang A Leitfaden Experteninterview

Tabelle A-1: Leitfaden Experteninterview - Ersatzteilqualifikation

Instandhaltung

Welche Instandhaltungsstrategien verfolgt Ihr Unternehmen?

(Stichworte: **reaktiv** (Austausch im Störfall), **präventiv** (regelmäßige Zeitabstände), **prädikativ** (kontinuierliche Überwachung), **nutzungsabhängig** (dynamisch an Nutzungsintensität angepasst))

- 1.1
- Wenn mehrere genannt:
 - Wovon ist die Wahl der Strategie beim jeweiligen Ersatzteil abhängig?
 - Wovon ist die Wahl der Strategie in Bezug auf die zu wartende Anlage abhängig?
 - Gab es bei den angesprochenen Ersatzteilen / Anlagen einen Wechsel der Instandhaltungsstrategie?
 - Wenn ja:
 - aus welchen Gründen haben Sie diese geändert?

Wer führt in Ihrem Unternehmen die Instandhaltung aus?

(eigens geschultes Personal, externe Dienstleister, kein eigens abgestelltes Team)

- 1.2
- Falls intern:
 - Haben Sie bereits mit dem Gedanken gespielt, dieses Aufgabenfeld an einen externen Dienstleister auszulagern?
 - Wenn ja:
 - Aus welchem Grund?
 - Was erhoffen sie sich davon?

Instandhaltungskosten lassen sich in **direkte** und **indirekte Instandhaltungskosten** untergliedern. Direkte Instandhaltungskosten bewerten den Aufwand, der für die Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen anfällt. Indirekte Instandhaltungskosten hingegen bewerten durch den Ausfall bedingte und damit einhergehende Folgekosten von Anlagen.

- 1.3
- Haben sie Transparenz über die jeweiligen Kostenblöcke?
- Wenn ja:
 - In welcher Größenordnung liegen diese?
 - Können Sie die Kosten abschätzen, welche Ihnen durch verlängerte **Produktionsausfälle** ohne Ihre derzeitige Instandhaltung zusätzlich entstehen würden?

Unterliegt Ihre Instandhaltung einer kontinuierlichen Kontrolle und Verbesserung?

(Effizienz, Zuverlässigkeit, ...)

- 1.4
- Wenn ja:
 - Hinsichtlich welcher Bereiche / Vorgänge arbeiten Sie an dieser kontinuierlichen Verbesserung?
 - In welchen Bereichen haben Sie bereits jetzt den Eindruck, dass diese sehr gut sind und kein bzw. nur sehr geringeres Verbesserungspotential besteht?

Spielt die spätere Instandhaltung einer Anlage bei deren Anschaffung für Sie eine Rolle?

- 1.5
- Wenn ja:
 - Inwiefern?
 - Lassen sich hier bereits zukünftige Kosten, welche im Rahmen der Instandhaltung der Anlage über deren Betriebszeit anfallen, abschätzen?
 - Können diese Kosten ihrerseits beeinflusst werden?
 - Wenn ja:

- Durch welche Maßnahmen und welches (kostenseitige) Potential würde sich daraus ergeben?

Kriterien des Ersatzteilmanagements

Haben Sie eine grundsätzliche **Strategie** im Rahmen des **Ersatzteilmanagements**?

- 1.6
- *Wenn ja:*
 - Welche?
 - falls *Bevorratung* und *Beschaffung im Bedarfsfall* noch nicht genannt:
 - Welche Ersatzteile halten Sie vor und welche beschaffen Sie im Bedarfsfall?
 - Auf welcher Grundlage treffen Sie diese Entscheidung?
 - Welche Erfahrungen haben Sie mit den beiden Strategien gemacht?

Untersuchungen zeigen, dass sich bei der **Beschaffung eines Ersatzteils im Bedarfsfall** der **Zeitraum**, welcher von der Bestellung des Teils bis zu dessen Lieferung vergeht, immer weiter **verkürzt**.

Können Sie diese Aussagen bestätigen?

- 1.7
- Hatten Sie auch schon Probleme was den Lieferzeitpunkt und die Liefertreue betrifft?
- *Wenn terminliche Probleme:*
 - In welchem zeitlichen Rahmen lagen die angesprochenen Verspätungen?
 - Hatten Sie dadurch Produktionsausfälle?
 - Wurden Sie für diese Produktionsausfälle entschädigt?
 - Wie häufig treten solche Lieferverzögerungen auf?
 - Wurden Sie über die Ursachen der Verspätung / zeitlichen Verzögerungen in Kenntnis gesetzt?

Sehen Sie die Möglichkeit, die Marktmacht einzelner Unternehmen durch ETKoop zu begrenzen?

- 1.8
- *Wenn ja:*
 - Inwiefern?
 - In welchem Umfang?

Welche Kriterien spielen bei der Bereitstellung von Ersatzteilen eine Rolle?

- 1.9
- (Stichworte: Dringlichkeit / Kosten der Wiederbeschaffung, Kosten der Lagerung, Komplexität des Ersatzteils, Regelmäßigkeit des Bedarfs, ..)*

- 1.10
- Können Sie ggf. eine Gewichtung der Kriterien anhand der Bedeutung für Ihr Unternehmen angeben?

- 1.11
- Fallen Ihnen noch weitere Kriterien zur Klassifikation von Ersatzteilen ein?

Ersatzteiltypen

- 1.12
- In welchem Bereich der Intralogistik fallen in Ihrem Unternehmen grundsätzlich Ersatzteilbedarfe an?

Gibt es bei den Ersatzteilen intralogistischer Anlagen besondere "**Problemteile**" hinsichtlich:

- 1.13
- Ihrer Lagerfähigkeit?
 - Der Möglichkeit, deren Ausfallwahrscheinlichkeit zu prognostizieren?
 - Weiterer Gesichtspunkte Ihrerseits?
 - *Wenn Problemteile genannt:*
 - Wie wird derzeit mit diesen „Problemteilen“ umgegangen?

- 1.14
- In vielen Branchen machen die **Kosten für die Bevorratung von Ersatzteilen** und die damit einhergehenden Kosten, insbesondere für die Kapitalbindung, einen nicht zu unterschätzenden Anteil an den Gesamtkosten eines Unternehmens aus.

- Können Sie vor diesem Hintergrund Ihre Kosten für die Bevorratung von Ersatzteilen beziffern?
 - *Wenn ja:*
 - Wie hoch sind diese und in welche Kostenteile untergliedern sie sich?
- Können Sie die Kosten für Ersatzteile, welche in Ihrem Unternehmen im Bedarfsfall beschafft werden, beziffern?
 - *Wenn Ja:*
 - Wie hoch sind diese und in welche Kostenteile untergliedern sie sich?

Welche Ersatzteil (-Typen) eignen sich Ihrer Meinung nach am ehesten für ein Ersatzteilpooling und warum?

1.15

(Stichworte: Einzelteil, Baugruppe, Modul, System, Produkt, Verbrauchsteile, Reserveteile)

Welche Ersatzteil (-Typen) eignen sich Ihrer Meinung nach weniger für ein Ersatzteilpooling und warum?

1.16

(Stichworte: Einzelteil, Baugruppe, Modul, System, Produkt, Verbrauchsteile, Reserveteile)

1.17 An welchen Eigenschaften eines Ersatzteils könnte Ihrer Meinung nach der Austausch von Ersatzteilen scheitern?

Um **poolinggeeignete Ersatzteile** zu erfassen, wurden bereits mehrere **Merkmale** identifiziert, hinsichtlich derer die unterschiedlichen Ersatzteile bewertet werden könnten. Diese sind nachfolgend aufgelistet.

Bitte bewerten Sie mit einer Zahl von 1 – 5, wie wichtig Sie das entsprechende Kriterium bei der Identifikation einschätzen. Dabei steht 1 für unwichtig und 5 für sehr wichtig.

- 1.18
- Wertigkeit des Ersatzteils
 - Wertschöpfungsgrad bzw. Komplexitätsgrad des Ersatzteils
 - Lagerhaltungskosten
 - Lagerfähigkeit
 - Preis bzw. Wert des Ersatzteils
 - Vorhersagegenauigkeit der Bedarfe
 - Dringlichkeit
 - Instandhaltungsstrategie
 - Standardisierungsgrad
 - Fallen Ihnen weitere Merkmale ein, hinsichtlich denen die Auswahl poolinggeeigneter Ersatzteile erfolgen sollte? Wie würden Sie diese Merkmale gewichten?

Gibt es Ersatzteile oder auch ganze Ersatzteilklassen, welche Sie trotz ihrer prinzipiellen Pooling-eignung vom Pooling ausschließen würden?

1.19

- *Wenn ja:*
 - Welche?
 - Warum?

Gibt es bestimmte Ersatzteile, welche Sie konkret für das Pooling empfehlen würden?

1.20

- *Wenn ja:*
 - Warum würden sie dieses Teil / diese Teile im Speziellen empfehlen?
 - Welchen Mehrwert erhoffen Sie sich durch das Pooling dieser Teile?

Tabelle A-2: Leitfaden Experteninterview - Anforderungen an Partner / beteiligte Unternehmen

Ersatzteilbeschaffung

2.1 Welche Intralogistikanlagen verwendet ihr Unternehmen?

Wartet ihr Unternehmen seine Intralogistikanlagen selbst oder lässt es diese warten?

- falls *Eigenwartung*:
 - Warum führen Sie die Wartung selbst durch?
 - Wie beschafft ihr Unternehmen die dafür erforderlichen Ersatzteile?
- 2.2** • falls *bereits Instandhaltungs- / Wartungspakete für Anlagen abgeschlossen*:
 - Waren Sie mit dem angebotenen Service zufrieden?
 - Wie bewerten sie das Preis-Leistungs-Verhältnis dieses Services?
 - Wollen sie diese Services zukünftig weiterhin oder sogar verstärkt nutzen?

Unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und IT-System

Um ein Poolingnetzwerk erfolgreich aufbauen zu können, wurden bereits **unternehmensspezifische Rahmenbedingungen** identifiziert, welche unternehmensseitig von besonderer Relevanz sein könnten. Diese sind nachfolgend aufgelistet. Bitte schätzen Sie deren Relevanz ab und bewerten Sie diese mit einer Zahl zwischen 1 und 5.

- 2.3**
- die IT-Infrastruktur (Verwaltung, Vereinnahmung und der Abruf von Ersatzteilen)
 - das Stammdatenmanagement
 - die Lagerlogistik (Versand, Zentralisierung)
 - Datenfreigaben
 - Branchenhomogenität oder -heterogenität
 - bestimmte Mindestgröße
 - Fallen Ihnen weitere Rahmenbedingungen ein, welche unternehmensseitig von Wichtigkeit bei der erfolgreichen Implementierung eines entsprechenden Poolingnetzwerkes sind? Wie würden Sie diese gewichten?

Verwendet Ihr Unternehmen ein **ERP-System** oder eine sonstige automatische bzw. IT-gestützte Erfassung von Ersatzteilen?

- 2.4**
- Wenn ja:
 - Besteht die Möglichkeit Bestandsdaten automatisch zu erfassen?
 - Besteht die Möglichkeit Verkaufsaufträge automatisch abzuwickeln?

Tabelle A-3: Leitfaden Experteninterview - Anforderungen an die Kooperation

Vor- und Nachteile einer Kooperation

- Haben Sie bereits Erfahrung in Bezug auf **unternehmensübergreifende Kooperationen im Ersatzteilmanagement**?
- 3.1**
- *Wenn ja:*
 - Um welche Güter handelte es sich?
 - Wie ausgeprägt war der Grad der Kooperation?
 - Waren diese Kooperationsprojekte mit (wirtschaftl.) Erfolg verbunden?
 - *Wenn ja:*
 - Auf was führen Sie diesen Erfolg zurück?
 - Wie würden Sie Ihre generellen Erfahrungen beschreiben?
 - *Wenn nein:*
 - Können Sie sich eine unternehmensübergreifende Kooperation im Ersatzteilmanagement vorstellen?
 - Welche Anforderungen stellen Sie an eine solche Kooperation?
- Haben Sie bereits Erfahrungen im Bereich des **Poolings von Ersatzteilen**?
- 3.2**
- *Wenn ja:*
 - In welchem Bereich?
 - Waren diese mit wirtschaftlichem Erfolg verbunden?
 - *Wenn ja:*
 - Worauf können Sie diesen zurückführen?
 - Wie war das Pooling strukturiert?
 - Wie erfolgte die Kommunikation der Poolingpartner untereinander?
 - Wie würden Sie Ihre generellen Erfahrungen beschreiben?
- Welche **Vorteile** bzw. **Nachteile / Risiken** können sich aus Ihrer Sicht bei einem Ersatzteilpooling für Sie und Ihre Kooperationspartner ergeben aus
- 3.3**
- finanzieller Perspektive, *Reduktion Lagerhal-* Kosten Poolingsystem,
 - zeitlicher Perspektive, *tungskosten, Vermei-* Skaleneffekte Poolbe-
 - prozess-orientierter Perspektive, *dung Produktionsstill-* schaffung, Transport-
 - rechtlicher Perspektive? *stand* kosten
- Reduktion Unproduktiv-* Längere Beschaffungs-
- zeiten* zeiten
- Reduktion Abh. Herstel-* Eigentumsübergang,
- ler, Erwerb nicht mehr* doppelte Reservierun-
- produzierter Teile* gen
- Haftung (Transportschä-
- den, fehlerhafte Teile,
- ...)
- Wie können etwaige Nachteile / Risiken vermieden bzw. gelöst werden?
- 3.4** Welchen wirtschaftlichen Vorteil muss Ihnen ein kooperatives Ersatzteilpooling explizit bieten, um für Sie attraktiv zu sein?
- 3.5** Gibt es absolute Ausschlusskriterien für potentielle Kooperationspartner?
- 3.6** Welche Anforderungen sehen Sie hinsichtlich der geografischen Ausdehnung eines Poolingnetzwerks?
- 3.7** Welche Aufgaben fallen ihrer Meinung nach im Rahmen eines Ersatzteilpoolings an?
- Wie würden sie diese Aufgaben über die Kooperationspartner verteilen?

Datennutzung

3.8 Gibt es aus Ihrer Sicht Vorteile durch die Weitergabe von ersatzteilbezogenen Daten?

3.9 Welche Risiken einer Kooperation hinsichtlich der Weitergabe von Daten an Kooperationspartner sehen Sie?

3.10 Welche Informationen würden Sie mit potentiellen Poolingpartnern teilen?

3.11 Welche Informationen würden Sie mit potentiellen Poolingpartnern unter keinen Umständen teilen?